تحليل وتقييم الأعلاف -٢

تقييم البروتينات
والطاقة

الأستاذ الدكتور
خمساوى احمد الخمساوى
أستاذ علم التغذية - جامعة الأزهر

دار الهدى للنشر و التوزيع
٥٥ ش الدكتور الخمساوى -العبايدة - الخانكة ت ٤٦٣٣٠٧٥

تقييم البروتينات و الطاقة

الطبعة الأولى

٢٠٠٠

رقم الإيداع بدار الكتب و الوثائق المصرية

٢٠٠٠/٧١٧٢

الترقيم الدولى

I.S.B.N. 977-5798-19-1

الناشر



دار الهدى للنشر و التوزيع

٥٥ شارع الدكتور الخمساوى - العايدة - الخانكة

تليفون و فاكس ٤٦٣٣٠٧٥

تقييم البروتينات

أ. د/ خمساوى احمد الخمساوى



مقدمة

الحمد لله العزيز الحكيم وسبحانه وتعالى بكل شئ عليم وصلى الله على سيدنا ومولانا محمد بن عبد الله إمام العارفين وسيد العلماء الراشدين وخاتم الأنبياء والمرسلين واشرف خلق الله أجمعين وعلى آله وصحبه والتابعين الى يوم الدين

وبعد

فهذا هو الجزء الثانى من كتاب (تحليل وتقييم الأعلاف) وقد خصصناه لتقييم البروتينات وجمعنا فيه طرقا عديدة لأجراء هذا التقييم منها السهل البسيط ومنها الصعب المعقد .

وقد قدمنا للموضوع بتمهيد عن الغذاء وعن التقييم ومعناه وكذلك مقدمة عن البروتينات وتركيبها وعن الأحماض الأمينية بوظائفها حتى نتعرف على فلسفة عملية التقييم والغرض منها .

ثم قسمنا طرق التقييم طبقا لمجموعات مختلفة تتقارب كل مجموعة فى

بعض خصائصها وذلك لكى يسهل على الدارس حصرها والتماس نقاط التقارب بينها.

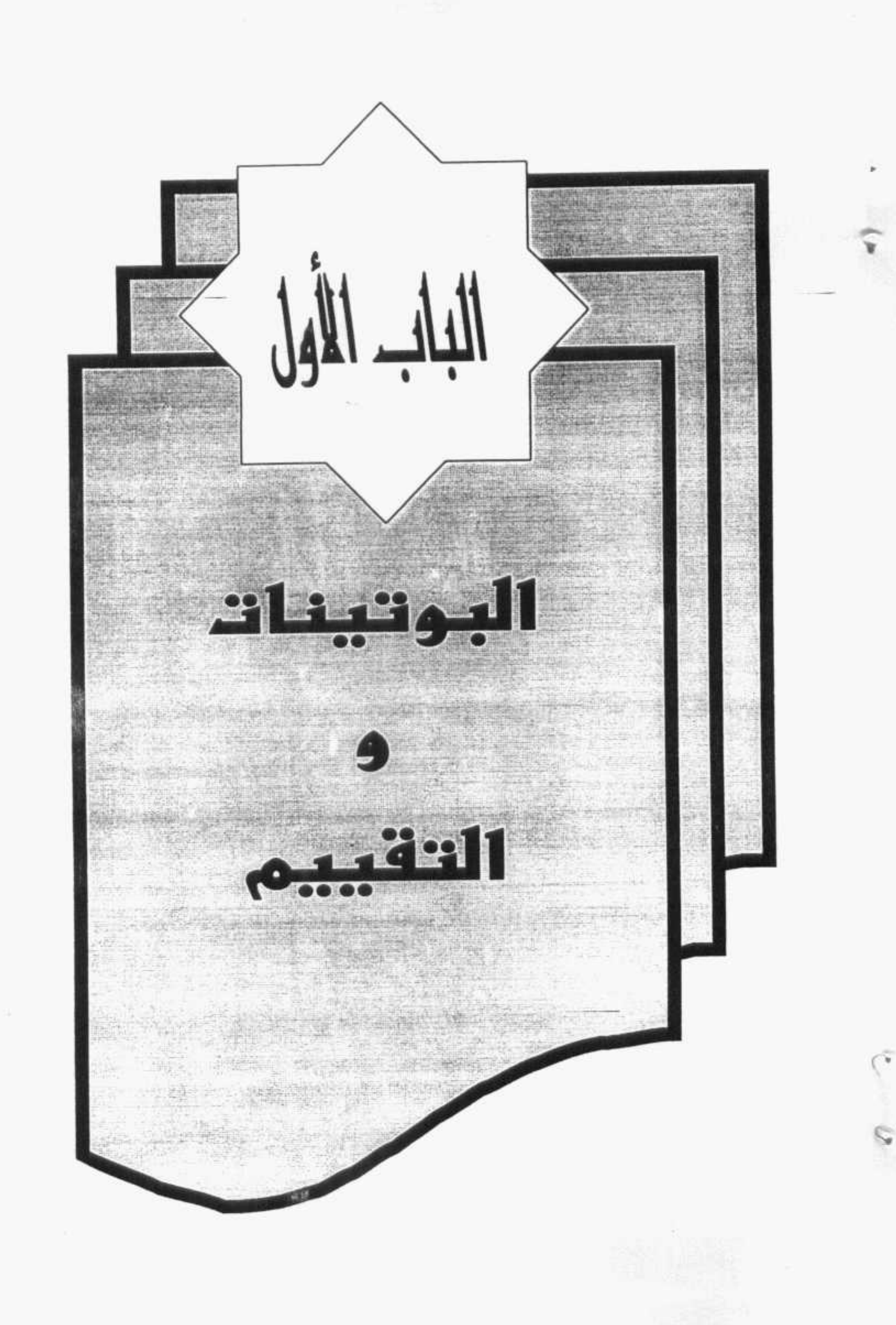
وقد ذيلنا الحديث عن كل مجموعة ببعض الأمثلة والتمارين التى تدرب الدارس على استيعاب عملية التقييم باستخدام هذه الطريقة او هذه المجموعة من الطرق ، كما حرصنا على تضمين الكتاب فى فصوله المختلفة قدر واف من الجداول الجامعة للبينات التى يمكن أن يرجع إليها الباحث والدارس فيما يتعلق بثوابت القيم المستخدمة فى التقييم او ثوابت المعادلات والمعالجات الرياضية .

ولعلنا بهذا الجزء من هذا الكتاب نكون قد أضفنا إلى المكتبة العربية مصنفا نافعا يحتاج إليه الباحثون والدارسون فى مجال التغذية .

ربنا لا تزغ قلوبنا بعد إذ هديتنا

وهب لنا من لدنك رحمة

انك أنت الوهاب


الباب الأول
البوتينات
و
التقييم

الفصل الأول

الغذاء وتقييمه

ما هو الغذاء ؟

لا اظن أن أحداً متخصصا كان ام غير متخصص - إلا ولديه مفهوم مـــا عن الغذاء ومع ذلك فإن تعريف الغذاء بشكل دقيق محدد قد يكون من الصعوبة بمكان .

والسبب في هذه الصعوبة يرجع إلى اندماج الغذاء في معني الحياة حـــتى لخص ذلك القول الشعبي "قوت لتموت" أى تقوت بالقوت أى الغذاء فلـــولا ذلك لمت ، ويصعب أن نتصور الحياة بمعني" **عملية الإحياء** " أي كون الكـائن الحي حياً إلا إذا استحضرنا في أذهاننا القوت فلا وجود للنار أو الاحتراق بغـير وقود ولا وجود للحياة بغير غذاء.

وربما كثيراً ما ضربنا لذلك مثالا يقرب معني الغذاء في الأذهان فـــالطفل يولد ووزنه بضعة كيلو جرامات وهي مادة حية لا يمكنك أن تجد فيها جـــزء ليس فيه حياة فيتغذى الطفل ويتناول الغذاء لبنا كان أو خبز فإذا به قد صـــار وزنه عشرات الكيلو جرامات وجميعها مادة حيه فمادة جسمه الحي إنما هـــي الغذاء ومن الغذاء ، حتى ان تلك الكيلو جرامات القليلة التي ولد الطفل بها مـــا

هى الا حصيلة غذاء أمه فقد بدأ به فى بطن امه خليه واحدة ثم مـــده الغـــذاء "**غذاء الأم**" بالطاقة تارة ومادة البناء تارة أخرى فزاد وزنه ونما لحمه وعظمـــه حتى صار جنينا ثم صار وليدا ، وحتى ان تلك الخلية الأولي التى بدأ بها حياته فى بطن امه ما هى الا غذاء وهى تتكون من مادة الوراثة وهي السجل المســـطور في " **DNA** " و الذى يمثل نسبه ضئيلة من وزنها فى حين ان جل جرم هـــذه الخلية انما من الحشوة " السيتوبلازم " والنواة والعضيات وكلها جاءت وتكونت من الغذاء .

وحتى تلك المادة الوراثية او الحمض النووى (DAN) إنما هي تتكـــون من (**مادة ومعني**) مثلها مثل تلك السطور التي تقرأها من هذا الكتاب إنما هي (مادة و معنى): مادتها في الحبر والورق أما معناها فهو الكيفية التي رسمت بهــــا الحروف والنسق الذي رتبت بـ ليعطي في ذهنك المعني المراد وهي لا تكـــون إلا بمادتها التي صبت فيها كذلك المادة الوراثية مــــن الحمـــض النـــووى (DNA) وشريطه الملتف إن مادة تكوينه ما هي إلا فوسفور وسكر وقواعد أزوتيه وهـــى غذاء ومن الغذاء جاءت وليس معناها الوراثى إلا طريقة الترتيب والتنسيق الذي جرى عليها .

والخلاصة من ذلك أنك لا تستطيع أن تفرق بـــين الحيـــاة والغـــذاء إلا التفرقة بين معني الكلمة المخطوطة وحبرها ولأن العقل والعقل فقط هو الـــذي يمكن أن يتصوران معنى الكلمة قائم بذاته من غير مادة حروفها فـــان العقـــل وحده هو الذى يمكن ان يتصور الحياة مجردة من الغذاء اما الحواس فلا يمكنـــها ان تحس بالحياة إلا في الغذاء حيث هو مادة تلك الحياة وظرفها ووعائها .

مهمة الغذاء

وما دمنا قد ربطنا بين الغذاء والحياة ذلك الربط المحتوم بين الشئ ومادته فقد حان الوقت لنتعرف على مهمة الغذاء ودوره ، ومهمة الغـــذاء ببساطة شديدة تنحصر في دورين :

الدور الأول : بناء مادة الجسم علي الصورة والبنية المناسبة لحياة الكائن الحى.

الدور الثانى : مد تلك البنية بالطاقة اللازمة لها لكي تعبر عن نفسها تعبير الحياة المألوف.

وتتخصص علوم عديدة على رأسها علم وظائف الأعضاء فى تفسير وتوضيح هذين الدورين فبنية الجسم هى الخلايا والأنسجة والأعضاء والأجهزة وما فيها من مواد ومركبات كيماوية والطاقة هى كل الصور التي تميز الحياة عن الموت من حرارة وحركة وانفعال وإحساس وانسجام وتوائم وتكيف إلى غير ذلك.

القيمة والتقويم والتقييم :

أصل (**القيمة**) و(**التقويم**) و(**التقييم**) الفعل قام والفعل الثلاثي يدخل عليه المهز والتضعيف ليتكون فعلان اخران يدلان على أن الفعل تم بواسطة شئ ثانى غير الذى فعل اصل الفعل فنقول بالمهمز " أقام " وبالتضعيف قوّم ومصدر

الأفعال الثلاثة " قام يقوم قَوْمة وقياما" و" وأقام يُقِيم إقامة " و "قـــوّم يُقــوّم تقويما"

أما من حدث فيه الفعل قام فهو مَقُوم والفعل أقام فهو مُقَام ، والفعل قـوّم فهو مُقَوّم .

وصار محل الفعل قام **قامة** وجمعها قَام وقامات ، مثل: شامة و جمعها شـلم و شامات ، و غابة و جمعها غاب و غابات .

و الفعل أقام محله مَقام وجمعه مقاوم و مقامات والفعل قوّم محله قيمة وجمعـــها قِيَم و قيمات ، مثل : شيمة و جمعها شيم و شيمات .

ومعني الفعل (**قام**) وقف وثبت وانتصب واعتدل وصَلُح وسدد وعـــزم ولازم ، فإن قام الشئ بنفسه فهو قائم أى واقف ثابت منتصب معتدل صـــالح ملازم لأمر ما ، وأن عجز في نفسه عن ذلك احتاج لمن يفعل فيه هذه الصفـلت او يعينه عليها حتى تصير فيه ، فيكون الذى فعل ذلك فيه مقَوِّم له و يكون هــو بعد ذلك مُقَوَّما لا قائما و تسمى تلك العملية التي تمت عليه عملية " **تقــويم**" و يترتب على عملية التقويم ان يصبح للشئ الذى لم يكن قادر بنفسه على القيـــام (**قيمة**) .

و كل من جعل لشئ **قيمة** بعد ان كان لا قيمة له او كل من اضـلف الى قيمته **قيمة** اخرى فقد قوّمه :

- فمن عدل الشئ او الامر المعوج او المائل او المقلوب فقد قومه

- ومن ثبت الشئ المتذبذب فقد قومه
- و من نصب الشئ النائم فقد قومه
- ومن اصلح الشئ الفاسد فقد قومه
- و من جعل الرجل المتردد ذو عزيمة فقد قومه
- و من ازاد فى فائدة الشئ او نفعه فقد قومه .... و هكذا

و كان العرب اذا وزنوا سلعة باخرى عرفوا تساويهما فى الوزن اذا ما صار مؤشر مثبت على قب الميزان قائما ، فاذا زاد وزن اى من السلعتين قالوا رجح الوزن ، و سمو الوزن المضبوط تماما الذى لا يرجح فيه اى من الموزونين بالوزن القائم ، و لما كانت عملية الوزن دائما اذا تمت بين سلعتين لا تكون قائمة الا اذا تدخل الوازن بالضبط و الاخذ من هذه او تلك حتى يقوم القائم و يقوم الوزن صار ذلك الوازن مقوما و كانت عملية الوزن عملية تقويم ، و لما كانت العرب تحدد السعر للشئ بوزن الذهب و الفضة المقابل للفائدة المرجوة من السلعة ، سميت تلك المقابلة تقويما و سميت ما فى السلعة من فائدة توازى ما وزن قائما لها من ذهب او فضة (**قيمة**) لانها محل التقويم .

وذهب بعض اللغويين حالياً الى ان الفصحى لا تعرف كلمة (**التقييم**) والصحيح فى رأيهم انها (**تقويم**) لان الفعل (**قام**) اصل الفه (واو) ولان المعاجم العربية جميعها لم تشتق من مادة (**ق و م**) مصدر او اسماً من افعالها المختلفة الا (**قوم – تقويماً**) و لم يرد الاشتقاق (**قيم – تقيماً**) مثلها فى ذلك مثل **زاد** ومادتها (**ز و د**) فتقول (**زود – تزويداً**) وكقولك (**كون – تكويناً**) وفعلها **كان** واصله (**ك و ن**) .

الا ان هؤلاء فاتهم ان اللغة العربية كما لكلماتها استعمالات لغوية اصيلة مشتقة من مادتها فإن لها ايضا استعمالات مجازية استعملت اولاً كاصطلاح حتى غلب استعمالها الاصطلاحى وشاع فصارت كأنها كلمة مستقلة وبعد وانفصل معناها الجديد عن معنى مادتها .

ومن ذلك كلمة (**قيمة**) فأل (**قيمة**) كما سبق ان ذكرنا هى محل التقويم الذى هو مصدر الفعل (**قوَّم**) وهى ما كان محل لما ادخل على الشئ الغير قائم بذاته والمحتاج الى من يساعدة على القيام و باستقصاء احوال هذا الفعل نجده يدور على قاعدة مؤداها ان الفعل الدال على ان القيام كان بمساعدة خارجية اما ان تكون هذه المساعدة فيما يختص بمادته او فيما يختص بمعناه (اى بما ليس بمادى فيه) ، فإن كانت فيما يختص بمادته ادخل على الفعل (**قام**) الهمز ، فقالوا : (**أقام – إقامة – فهو مُقام وله مَقام**) وان كان فيما يختص بمعناه ادخل عليه التضعيف ، فقالوا : (**قوَّم – تقويما – فهو مقوَّم وله قيمة**)

ولكن عملية الوزن التي استخدمت لتحديد المقدار من الذهب المساوي لتلك الفائدة المرجوة من الشئ على ما هو عليه جعلت للشئ الموزون قيمة ولكن ليس معناها هو معني (**القيمة**) الناتجة عن التقويم وإنما هى قيمة لأنها كانت محلا لعملية الوزن التي استخدمت للدلالة عليها أسم (**التقويم**) لقيام القائم فى الميزان عند التساوى وهو استخدام مجازي إذن لأن القيمة حقيقية لا تكون إلا محلا للتقويم والتقويم لا يكون إلا بإضافة وإصلاح للشئ العاجز على القيام والانتصاب والصلاح والثبات وغير ذلك وانما هى اشتقت مجازا فدلت

علي ما في الشئ ذاته سواء دخلت عليه عمليه التقويم أم لا.

ولما أصبحت عملية حساب أو تقدير ما في الشئ من قدر أو ثمـــن هـــو حساب لما فيه مجازا من "قيمة" كان لابد من تفريق في اللفـــظ الـــدال علـــى حساب وتقدير ما فى الشئ من فائدة واللفظ الدال على إصلاح الشـــئ حـــتى يصبح له فائدة . واضطرت القاعدة التي تشتق الأسماء الدالة على المعنى الجديـــد من الكلمة التي بعد استعمالها المجازي عن معناها الحقيقى بحيث يختلف بنائـــها عن الاشتقاق الأصلى المقابل .

ولما كانت التاء فى أخر كلمة "قيمة" زائدة عنها لأنها تاء التأنيث أو تـــاء المرة كانت مادتها الجديدة "ق ى م" وفعلها قيم و لما كان المعني وهـــو تحديـــد القدر أو السعر أو الفائدة لا يكون في شئ من نفسه بل هو داخل عليـــه مـــن خارجه كان لابد أن يكون الفعل مضعفا فصار (**قيّم**) وصار المصدر " **تقييمـــا**" ومعنى ذلك أن " **التقويم**" يعني إضافة فائدة إلي الشئ المقوم وهـــو الاســـتعمال الحقيقى لغة والموجود فى المعاجم وان (**التقيم**) يعنى تحديد وحســـاب فـــائدة الشئ المقيّم وهو استعمال مجازى فإذا قلت قومت الطريق اى مهدتـــه ، وإذا قومت الطريقة اى هذبتها اما اذا قلت قيمت الطريق اي حددت عيوبه ومزايـله وإذا قيمت الطريقة أي حددت مدى الاعتماد عليها ولما لم يستعمل القدمـــاء ذلك المعني المجازى خلت منه معاجمهم لكن المعاجم لم تخلو من مثيله مما يـــدل علي اضطراد القاعدة .

فالقدماء استخدموا كلمة (**عاد**) بمعنى رجع وقالوا (**عوّد**) أي: رجّـــع

وكرّر ومصدره (**تعويد**) ومحله (**عيد**) مثل مثالنا (**قام – قوّم – تقويم ومحلـه قيمة**) مع الوضع فى الاعتبار ان التاء فى قيمة لتأنيث لكن لما كان (عيد) محـــل التعويد قد صار معني في ذاته يطلق اصطلاحاً علي يوم الفطر والأضحى صارت له مادته فقالوا (عيّد) أي قابل العيد وهى تختلف عن (**عوّد**) اى جعلـــه يعـــود وقالوا فلان يعيّد على فلان أي يحيه تحية العيد والتعييد تبادل تحية العيد وهى بخلاف التعويد وهو ممارسة العود (١).

قيمة الغذاء:

قيمة الغذاء هى الفائدة المرجوة منه التي يحققها للمادة الحية أو الكـــــائن الحي أو بمعنى آخر هى مدى قيام الغذاء بدوريه المناطين به فى بناء المادة الحيـــــة وتوفير الطاقة وسبل القيام بالحياة . وفى سبيل ذلك لابد لنا أن نربط ولو بشكل اجمالى بين مكونات الغذاء ومهامه على النحو التالى:

١-**البروتينات** : وتقوم أساساً بمهمة بناء المادة الحية سواء فيما يتعلـــــق ببنيـــة العضيات والخلايا والأنسجة أو بناء المركبات الكيماوية الحيوية المساعدة علـــى ضبط نسق الحياة كالهرمونات والأنزيمات ومركبات الأيض العديدة كما تقـــدم أحيانا" الطاقة فى صورها المختلفة.

٢-**الكربوهيدرات والدهون** وتقدم أساساً الطاقة فى صورها المختلفة بالإضافـة إلى بعض المركبات الداخلة فى البناء أو الضابطة لنسق الحياة.

---

١ – انظر شرح ذلك مفصلا فى مادة (ع و د) فى لسان العرب لابن منظور

٣-الفيتامينات والعناصر المعدنية: (بما فيها أكسجين التنفس) وهى تقدم أدواراً عديدة متداخلة مع أدوار كل من البروتينات من جهة والكربوهيدرات والطاقة من جهة أخرى يصعب الفصل بينها ويستحيل قيام الحياة بدونها مع أنها لا تقوم مباشرة ببنية حية ولا طاقة مؤثرة.

٤-الماء : وهى محل قيام الحياة وظرفها و الوعاء الذى يندمج فيه الغذاء بالحياة أو يذوب فى بنية المادة الحية.

وقيمة الغذاء فى مجملها هى محتواه من كل هذه العناصر (المكونات) التى لا تقوم الحياة إلا بها ونوعية كل عنصر أو مكون من حيث صلاحيته لأداء هذه الوظائف والمهام ونظراً لصعوبة حساب هذه القيمة بشكل شامل لاختلاف هذه المكونات من حيث التقدير والتقييم فقد صرف النظر عن الحكم على الغذاء بتقدير قيمته كغذاء بصورة مجملة وتحول الجهد إلى تقييم كل مكون من هذه المكونات وخاصة الثلاثة الأول كل منها على حده.

تقويم الغذاء وتقييمه

بعد هذه المقدمة التى سقناها يتضح أن هناك عمليتان مختلفتان يمكن أن تجريا على الغذاء.

الأولى : تقويم الغذاء : بمعنى رفع قيمته الغذائية أى تعظيم مدى الاستفادة منه كغذاء للحيوان المعنى بالتغذية عليه ويدخل فى ذلك التقويم من داخل الغذاء ومن خارجه .

وتقويم الغذاء من داخله يتم بتحسين نوعية مكوناته أو تحسين هضمها أو إعدادها بالصورة الطيبة للحيوان الذى يتناولها كمعاملة الأعلاف الخشنة بالأملاح والقلويات أو بمركبات النشادر وغيرها أو بالمعاملات الميكانيكية كالنقع والطحن أو المعاملة بالإنزيمات أو كمعاملة الأعلاف البروتينية بالطبخ أو بأحداث تخمرات معينة فى مواد العلف الخضراء كعمل السيلاج وهكذا..وموضوع ذلك كتاب الأعلاف إنتاجها وتجهيزها إن شاء الله[1] .

وتقويم الغذاء من خارجه إما بخلط نوع مع آخر وخاصة مصادر البروتين للاستفادة من الفعل التكميلى لها أو بإضافة مضافات معينة وهو ما عالجناه فى كتاب مضافات الأعلاف والعلائق [2].

الثانية: تقييم الغذاء بمعنى تقدير قيمته وحسابها ومقارنة الأغذية ببعضها على ضوء قيم كل منها وذلك يتم من خلال تقييم مكونات الغذاء طبقا للدور الذى تؤديه للكائن الحى . ولما كانت الفيتامينات والعناصر المعدنية والماء لا دخل لطبيعة الغذاء في قيمتها إلا فى مقدار محتوى الغذاء منها وإمكانية انطلاقها أثناء الهضم لتكون معدة للامتصاص فقد اعتبر التحليل الكيماوى للغذاء كافيا إلى حد كبير للحكم على قيمته بخصوصها وإذا دعى الأمر يضاف إلى ذلك تقدير للمتاح منها بعد تمام عملية هضم الغذاء ، واصبح الآن من الأيسر والأقل تكلفة أن تضاف كافة هذه العناصر بشكل مباشر إلى الغذاء عن تقيمها فيه

---

[1] – مواد العلف – انتاجها وتجهيزها – دكتور / حمساوى احمد الخمساوى – دار المدى للنشر والتوزيع

[2] – مضافات اعلاف وعلائق الدواجن – دكتور / حمساوى احمد الخمساوى – دار المدى للنشر والتوزيع

لمعرفة محتواها به والمتاح من هذا المحتوى وخاصة فى علائق الدواجن .

لكن التقييم العملى للغذاء ينصب على تقييم كل من البروتينات والطاقــة وذلك ما سوف نتناوله فى هذا الكتاب إن شاء الله .

الفصل الثانى

ماهى البروتينات

لا يمكن أن ندرك معنى تقييم البروتينات ولا حتى أهمية البروتينات ذاتها ما لم نحط بها ونأخذ لأنفسنا تصوراً عنها يقربنا من حقيقتها

البروتينات هى تلك المواد العضوية المعقدة مثل الدهون والكربوهيدرات وقد سبق لنا دراسة تفصيلية عن التركيب الكيماوى والخصائص الكيماوية لهذه المواد الثلاث فى الكيمياء الحيوية وكيمياء التغذية[1] لكننا اليوم نريد أن نتعرف على البروتينات بكيفية تطلعنا على أن نضع لها قيمة تناسب ما يمكن أن تساهم به فى صنع الكائن الحى.

جزئ البروتين

لو قلنا ان جزئ النشا يتكون من عدد من وحدات متشابها متراصة بجوار بعضها مترابطة برابطة كيميائية ، والواحدة منها هى السكر المعروف بالجلوكوز وهى فى ذلك تشبه حبات العقد التى نظمت فى خيط واحد ولكن جميعها من نوع واحد متشابه لونا وحجما وشكلا ومادة وبالطبع ممكن أن نتصور أنك تستطيع أن تصنع عدد كبير من العقود المختلفة باختلاف طول العقد وقصره وأنه لو أعطى لك مجموعة من العقود القديمة لتصنع منها عقداً

[1] - كيمياء التغذية – الدكتور / حمساوى احمد الحمساوى – دار الهدى للنشر والتوزيع

واحداً أو أكثر فإن قيمة كل منها لديك سينحصر فى عدد مــــا يحتويــه مــن الحبات.

وجزئ البروتين يتكون من عدد كبير من الوحدات المتراصة ولكن هــذه الوحدات مختلفة عن بعضها البعض فإذا جمعنا هذه الوحدات وجدناها تنتمــى إلى قرابة الثلاث وعشرون نوعاً مختلفاً تعرف بالأحماض الأمينية فلو فرضنا كمـا فى مثالنا السابق أن جزئ البروتين كأنه عقد ينتظم بمجموعــة مــن الحبــات المختلفة وأن لديك من هذه الحبات ثلاث وعشرون نوعاً فلا شك أنك تستطيع أن تنسق عدداً هائلاً من العقود المختلفة بوضع تشكيلات وتركيبات مختلفــة فى كل مرة وإذا أردنا أن نعرف كم تشكيله لجزئ النشا المكون من ١٠٠٠ جــزء من السكر لعرفنا انه لن يكون هناك أكثر من تشكيلة واحدة له لكن لو تصورنا أن جزئ من البروتين يتكون من ١٠٠٠ وحدة من الأحماض الأمينية الثـــلاث والعشرون فكم تتصور من الاحتمالات لتكون هذا الجزئ . ســـيكون لدينــا $(١٠)^{٩٦}$ أي واحد أمامه ٩٦ صفراً مركب مختلفا ولو علمنا أن كـــل مركــب منها له عدد من المشابهات يبلغ عدداً يفوق التصور والخيـــال إذ يبلــغ (مــع التقريب طبعاً) $(١٠)^{١٢٥٠}$ أى واحد وأمامه ألف ومائتين وخمسين صفراً.

ولما كان تركيب البروتين من التعقيد بحيث يصعب تصور كل ممكنـــات أبنيته ومن ثم يستحيل الحكم القاطع على احتياجات الجسم الحى من مكونــات هذا البناء على وجه اليقين والدقة لذلك يستحيل على البشر أن يتنـــاولوا مــن الغذاء ما يكفى تماماً دون نقص أو زيادة احتياجاتهم لبناء أجسامهم .

والوحدات التي يتكون منها البروتين المعروفة بالأحماض الأمينية تتمثل في ٢٢ مركب (حمضاً) نذكرها فيما يلي :

الأحماض الأمينية المتعادلة

الجلايسين Glycine (Gly)

$$H-\underset{NH_2}{CH}-COOH$$

الألانين Alanine (Ala)

$$CH_3-\underset{NH_2}{CH}-COOH$$

الفالين Valine (Val)

$$(H_3C)_2CH-\underset{NH_2}{CH}-COOH$$

الليوسين Leucine (Leu)

$$(H_3C)_2CH-CH_2-\underset{NH_2}{CH}-COOH$$

شبيه الليوسين (الأيزوليوسين)
iso-Leucine (Ile)

$$CH_3-CH_2-\underset{CH_3}{CH}-\underset{NH_2}{CH}-COOH$$

الأحماض الأمينية الهيدروكسيلية

السيرين Serine (Ser)

$$\underset{OH}{CH_2}-\underset{NH_2}{CH}-COOH$$

الثريونين Threonine (Thr)

$$CH_3-\underset{OH}{CH}-\underset{NH_2}{CH}-COOH$$

الأحماض الأمينية الكبريتية

السيستيئين Cysteine (Cys) $\underset{SH}{CH_2} - \underset{NH_2}{CH} - COOH$

الميثايونين Methionine) (Met) $\underset{S-CH_3}{CH_2} - CH_2 - \underset{NH_2}{CH} - COOH$

السيستين Cystine

$$\begin{array}{l} CH_2 - \boxed{\underset{NH_2}{CH-COOH}} \\ \quad | \\ \quad S \\ \quad | \\ \quad S \\ \quad | \\ CH_2 - \boxed{\overset{NH_2}{CH-COOH}} \end{array}$$

الأحماض الأمينية الحامضية

حمض الأسبارتيك Aspartic acid (Asp) $HOOC - CH_2 - \underset{NH_2}{CH} - COOH$

الأسباراجين Asparagine (Asn) $H_2N - \underset{O}{\overset{\|}{C}} - CH_2 - \underset{NH_2}{CH} - COOH$

حمض الجلوتاميك

Glutamic acid (Glu) $HOOC - CH_2 - CH_2 - \underset{NH_2}{CH} - COOH$

الجلوتامين Glutamine (Gln) $H_2N - \underset{O}{\overset{\|}{C}} - CH_2 - CH_2 - \underset{NH_2}{CH} - COOH$

الأحماض الأمينية القاعدية

الأرجينين Arginine (Arg)
$H-NH-CH_2-CH_2-CH_2-CH(NH_2)-COOH$, with the N bearing $C(=NH)NH_2$

اللايسين Lysine (Lys)
$CH_2(NH_2)-CH_2-CH_2-CH_2-CH(NH_2)-COOH$

الهيدروكسى لايسين
Hydroxylysine (Hyl)
$CH_2(NH_2)-CH(OH)-CH_2-CH_2-CH(NH_2)-COOH$

الهستيدين Histidine (His)
$-CH_2-CH(NH_2)-COOH$ (HN, N ring)

الأحماض الأمينية العطرية

الفينيل الانين Phenylalanine (Phe)
$-CH_2-CH(NH_2)-COOH$

التيروزين Tyrosine (Tyr)
$HO-\ -CH_2-CH(NH_2)-COOH$

التربتوفان Tryptophan (Try)
$-CH_2-CH(NH_2)-COOH$ (N-H)

الأحماض الإمينية

البرولين Proline (Pro)
N-H, COOH

الهيدروكسى برولين Hydroxyproline (Hyp)
HO, N-H, COOH

البناء البروتينى
وانساق الأحماض الأمينية

تتكون البروتينات من لبنات اساسية كما تبنى البنايات المعمارية من الطوب والاحجار وتعتبر الاحماض الامينية السابق شرحها هى البناءات البروتينية وكما ترتبط وحدات البناء المعمارى بمواد لاصقة مثل الخرسانة والجير والجبس والغراء وغيرها فإن الاحماض الامينية (التى هى بناءات اساسية للبروتين) تترابط ايضا فيما بينها بواسطة روابط مختلفة متباينة القوة ويناسب كل منها حالة معينة او نوعية معينة من الاحماض الامينية وتتكاثف الوحدات المكونة لجزئ البروتين تكثيفا ببتيديا على صورة سلسلة طويلة ثم تتكاثف هذه السلسلة مع بعضها فى كتل وطبقات فى بناء ثانوى ثم تتراكم هذه الطبقات والكتل فى صورة بناء ثالثى او رابعى .

مراتب البناء البروتينى
Orders of protein structure

البناء الأولى للبروتين **Primary structure**

ويقصد به تتابع مواضع الاحماض الامينية فى سلسلة واحدة او عدة سلاسل من عديد الببتيد المكون لجزئ البروتين . وبمعرفة البناء الاولى للبروتين يمكن بالتالى كتابة الصيغة الكيميائية التامة .

ويعتبر التعرف على البناء الاولى للبروتينات من اصعب واعمق العمليات الكيميائية ولذلك فإنه مع التسليم بوجود ضروب لا حصر لها من البروتينات تفوق العدد الخيالى فإنه لم يتمكن العلماء من معرفة التركيب الاولى الا لعدد محدود للغاية من البروتينات البسيطة مثل : الانسيولين ويحتوى على ٥١ حمضا امينيا والسيتوكروم ويحتوى على ١٠٤ حمضا وهموجلوبين الانسان ويحتوى على سلسلتين الفا وبها ١٤١ حمضا وبيتا وبها ١٤٦ حمضا وانزيم الريبو نيوكلييز ويحتوى على ١٢٤ حمضا شكل (١).

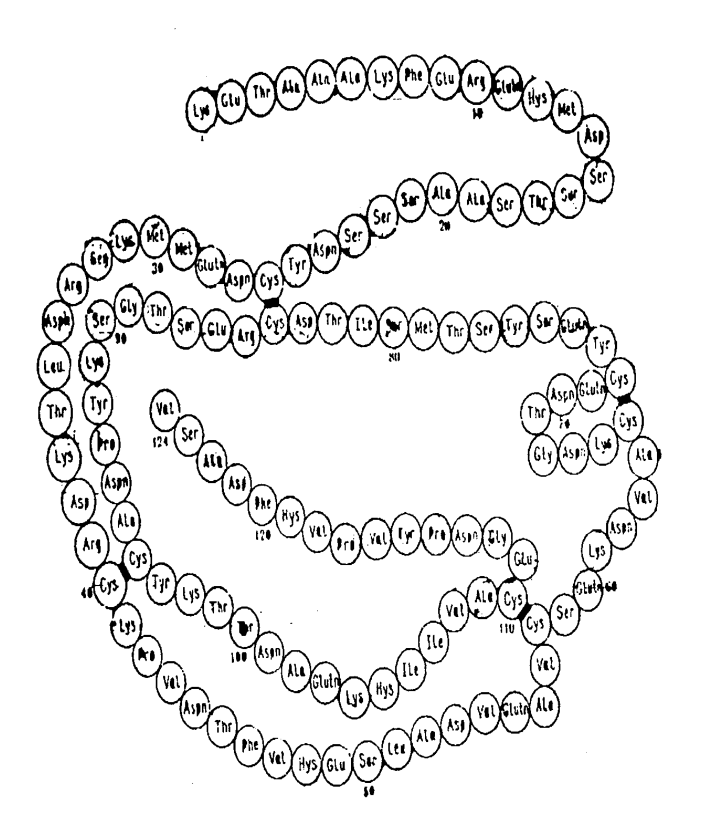
ويتوقف تنوع صفات البروتينات المختلفة فى المقام الاول على البناء الاولى للجزيئات البروتينية .

البناء الثانوى للبروتين : Secondary protein structure

يقصد بالبناء الثانوى التركيبات البنائية المميزة لواحدة او عدة سلاسل من عديد الببتيد التى تدخل فى بناء البروتين ، فإذا كان البناء الاولى هو تتابعا للأحماض الأمينية فان البناء الثانوى هو الهيكل البنائى الفراغى (**المجسم**) لكل عديد ببتيد ، وقد لوحظ ان سلاسل عديد الببتيد لا تكون فى الواقع كما نتصورها نظريا بألها سلسلة مستقيمة تنتظم فيها الأحماض الأمينية على محور مستقيم كما تنتظم حبات السبحة فى الخيط وانما اثبت الفحص بالاشعة السينية وغيرها ان سلسلة عديد الببتيد تلتف فى شكل حلزونى من النوع α فى اتجاه عقارب الساعة كما فى الشكل (٢)

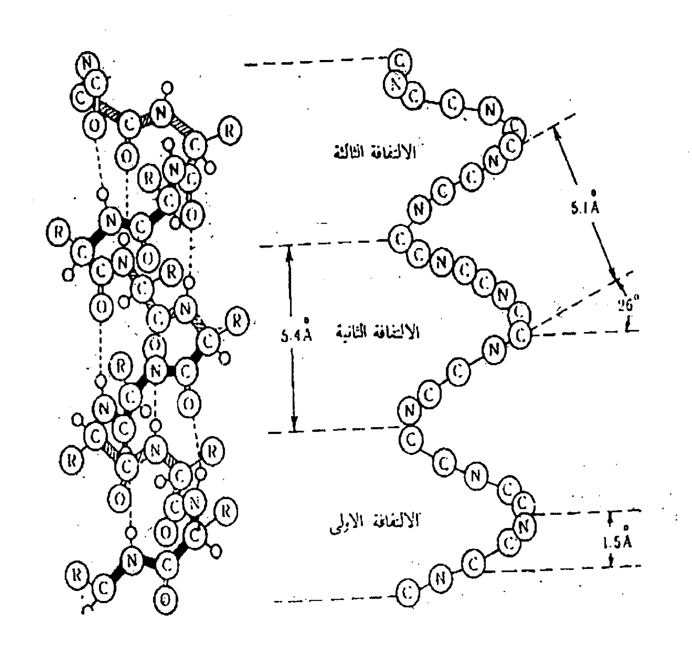
ويدخل فى كل التفافه للحلزون ٣-٦ احماض امينية تكون شقوقها

متجهة دائما الى الخارج والى الخلف قليلا اى بمعنى انها تكون منحرفة فى اتجـــاة بداية سلسلة عديد الببتيد .



شكل (١)

البناء الأول لجزئ انزيم الريبونيوكليز المفصول من بنكرياس الثور ، و ترمز المستطيلات السوداء الى مواضع الجسولار الثنائية- الكبريتيد



شكل (٢)

نموذج و رسم تخطيطي للحلزون الفا في البناء الثانوي للبروتين

وتكون درجة خطوة الحلزون (المسافة بين الالتفافة والاخرى) مساوية ٥,٤ انجسترم[١] وزاوية صعود الالتفافة ٢٦° .وتلعب الروابط الهيدروجينية دورا

---

١ الانجسترم وحدة طول دقيقة يساوى جزء من عشرة الاف جزء من الميكرون

كما علمنا بين مجاميع NH - CO الموجودة فى متن سلسلة عديـــدة الببتيـــد والواقعة على الالتفافات الحلزونية المتجاورة (ويرمز للروابط الهيدروجينيـــة فى الشكل (... بخط منقط) .

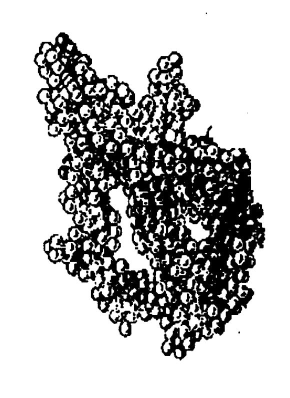
وعلى الرغم من ان طاقة هذه الروابط ليست كبيرة الا انه نظرا لعددهـــا الكبير فإنها تؤدى الى طاقة هائلة تكون كافية لجعل التركيب البنائى للحلـــزون صلبا وثابتا . وليس من الضرورى ان تكون جميع اجزاء او سلاسل الببتيـــدات فى جزئ البروتين على شكل حلزون محكم قوى الالتفاف بل ربما كان بعضـــها كذلك وبعضها اقل التفافا وبعضها مستقيما بحيث تتنـــاوب المنـــاطق الملتفـــة حلزونيا مع المناطق المستقيمة فى سلاسل عديـــد الببتيـــد المكونـــه لجزيئـــات البروتين.

البناء الثالثى للبروتين Tertiary protein structure

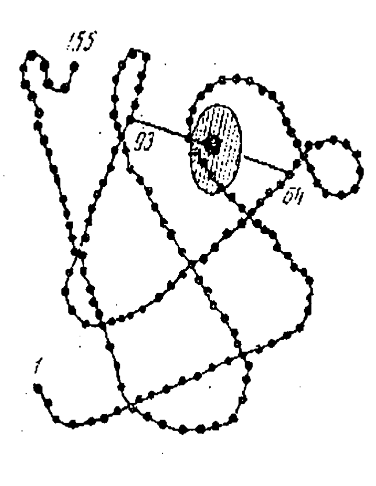
ويقصد بالبناء الثالثى لجزئ البروتين الوضع العام فى الفراغ لوحـــدة او اكثر من سلاسل عديد الببتيد المكونة للجزئ والتى تتصل ببعضـــها بواســـطة روابط تساهمية ، ويعتبر تعيين البناء الثالثى لجزئ البروتين مسألة معقدة جـــدا ، وحتى الان لم يتم تعيين البناء الثالثى الا لعدد قليل للغاية من البروتينات من بينها الميوجلوبين (شكل ٣- أ ، ب) واالريبونيوكليز (شكل ٣ جـــ) و الليســوزيم (شكل ٣ - د).



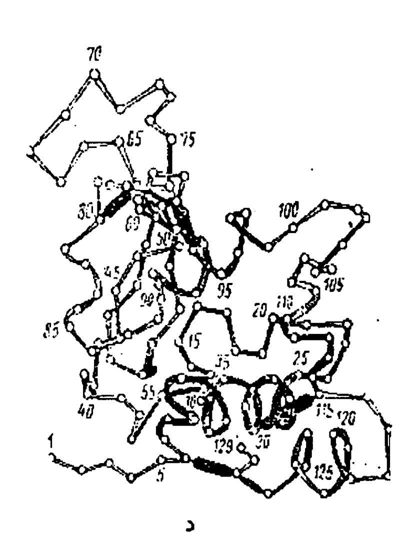
ا



جـ



ب



د

شكل (٣)

البناء الثالثى لبروتينات مشهورة

(أ و ب) جزئ الميوجلوبين (جـ) جزئ انزيم الريبونيوكليز (د) جزئ الليسوزيم

والبناء الاولى يتحكم الى حد كبير فى البناء الثالثى للجزئ ، لان بقايـــــا الاحماض الامينية طبقا لتتابعها فى البناء الاولى تحافظ على وضع سلسلة عديـــد الببتيد المميز للبناء الثالثى فى الفراغ – واهم دور فى هذه المحافظة هو ما تلعبـــة الجسور ثنائية الكبريتيد الناشئة عن تتابع السستيئين فى السلسلة :

كما ان هناك طريقة اخرى تعمل على انشاء وتثبيت البناء الثالثى لجـــزئ البروتين الا وهى القوى المحركة التى تقوم بطى او ثنى سلاسل عديد الببتيد لكى تعطى شكلا ثلاثى الابعاد نتيجة تفاعل شقوق الاحماض الامينية مع جزيئـــات المذيب المحيط بها . فتندفع الشقوق الطاردة للماء **Lyophobe** داخل الجـــزئ البروتينى مكونه به منطقة جافة تسمى (النقطة الدهنيــــة) بينمـــا تتوجـــه الشقوق المحبة للماء **Lyophil** نحو المذيب وعلى ذلك تكون جميع المجموعـــات القطبية على السطح مثل شقوق اللايسين القطبية فى الداخل كما هو الحـــال فى الهيموجلبين حيث يبقى الهستدين فى الداخل ليتحد مع مجموعة الهيم .

البناء الرابعى للبروتين Quaternary protein strueture

الجزيئات الكبيرة للبروتينات تتكون من تحت وحدات ذات اوزان جزيئيــة اقل نسبيا ، ويطلق اسم البناء الرابعى على الترتيب الفراغى المتبـــادل لتحـــت الوحدات فى جزئ البروتين الكبير .

فعلى سبيل المثال يتكون الجلوبين الداخل فما تركيب الهيموجلبين مـــن ٤ وحدات وكل تحت وحدة تتكون من سلسلة من عديد الببيتيد اثنين من هـــاتين

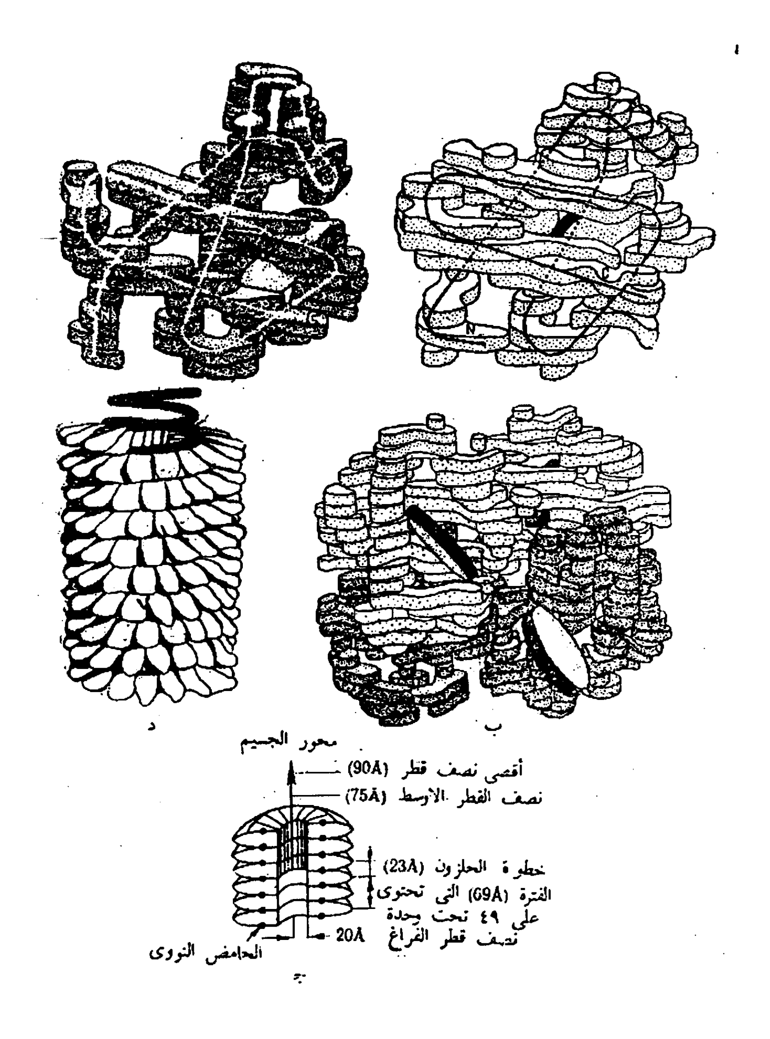
السلسلتين تحتوى على تناسق من الاحماض الامينية فى الوضع (α) والسلسلتين الاخريتين فى الوضع (β) وترتبط كل سلسلة من السلاسل الاربع بمجموعة هيم (شكل ٤ أ ، ب).

ويوضح شكل (٤ - جـ ، د) رسما تخطيطيا للبناء الرابعى للبروتين المعقد الخاص بفيروس موازيك الدخان ويحتوى الجزئ العملاق (ذو الوزن الجزيئى ٤٠ مليون) على عدد كبير من تحت الوحدات تصل الى ٢١٣٠ تحت وحدة وهو فى مجموعة يكون على شكل عصا طولها حوالى ٣٠٠٠ Å وتترتب تحت وحداته على شكل حلزونى تتكون كل لفة منه من ١٦ تحت وحدة .

وتسمى ترتيبة الاحماض الامينية فى سلسلة عديد الببتيد بنسق الاحماض الامينية ، وإذا كان البروتين يحتوى على اكثر من عديد ببتيد مختلف كان ترتيب الاحماض الامينية فى كل منها ثم ترتيبها مع بعضها يصنع ترتيباً عاماً للأحماض الامينية فى المجموع المكون للبناء الثانوى ويسمى ايضاً نسق الاحماض الامينية فى الوحدة البروتينية .

ويطلق لفظ بناء البروتين Protein Structure على الهيئة البنائية للبروتين ببنائه الاولى والثانوى والثالثى والرابعى او بعضها حسب حالة بناء البروتين .

فى حين يطلق لفظ نسق الاحماض الامينية Amino Acids Model على تتابع وترتيب الاحماض الأمينية فى بناء البروتين ، من ثم يشمل ايضا عدد جزيئات كل حمض من الأحماض الأمينية الداخلة فى بناء البروتين.



شكل (٤) البناء الرابعى لبعض البروتينات

أ ، ب جزئ الهيموجلوبين (احد تحت الوحدات من نوع بيتا)

ج،د جزئ فيروس موزايك الدخان

و يطلق لفظ دولاب الأحماض الأمينية Amino Acids Pattern علــــى النسب الوزنية التى يشارك بها كل حمض امينى دخل فى بناء البروتين الى غــــيره من الأحماض الأمينية الأخرى.

قيمة البروتينات

مع أن البروتينات تمد الجسم أيضا بالطاقة إلا أنه قد اصطلح على أن يقصد بتقييم البروتينات معرفة قيمتها فى مد الجسم بما يلزمه من البناء البروتيني دون اعتبار لمحتواها من الطاقة.

واصطلح أيضا على أن يعبر عن قيمة البروتين للدلالة على جودته، وحيث تتمايز البروتينات أنواعاً فى جودتها فكانت أيضاً قيمة البروتين دلالة على نوعيته وهو ما جمعة المصطلح الإنجليزى Protein Quality

الفرق بين قيمة البروتين Protein Value ونوعيته Protein Quality

غالباً ما يخلط أهل هذا العلم بين هذين المصطلحين ويطلقونهما على مفهوم واحد فحواه كما يعرفه Schaible [1] ***(مدى قدرة البروتين على مد الغذاء بما يسد احتياجات حيوان ما)*** ثم أضاف ***(ويقاس ذلك بتواجد الاحتياجات من الأحماض الأمنية (نوعاً وكماً) فيه ومدى قابليتها للاستفادة)***.

1- Poultry: feeds and nutrition - P. J. Schaible – AVI Publishing Co. INC, 1970 P. 622

وقد يعرف البعض قيمته البروتين **Protiein Value** بالجزء الأول من هذا التعريف فى الوقت الذى يعرف فيه نوعية البروتين **Protiein Quality** بالجزء الثانى منه وقد يعرف أخرون كل مصطلح منهما بمعنى الأخر .

إلا أن المعنى اللغوى السائغ لكلا الاصطلاحين يدل على اختلاف والتقاء بينهما :

فنوعية البروتين يقصد بها وصف ما هو عليه البروتين من خصائص تحسب له أو عليه عند تقدير قيمته .

وأما قيمة البروتين فهى النتيجة النهائية عند الوضع فى الاعتبار تلك الخصائص المميزة له بحيث يمكن الحكم عليه من خلالها بالعلو أو الدنو .

ولما كان الحصول على قيمة البروتين فى شكل نتيجة قاطعة الدلالة أمر يكاد يكون مستحيلاً (كما سوف يتضح لنا فى الأبواب التالية) فقد أصبح مجرد وصف البروتين من حيث خصائصه الجيدة أو الرديئة يعد فى ذاته دلالة على قيمته .

من هنا جاء تقارب المصطلحين فى الواقع العملى فصارا يعبران عن واقع واحد ومفهوم واحد ومثال ذلك لو أننا أردنا أن نعرف نتيجة وتقدير طلب فى شهادة البكالوريوس فإننا نعتبر أن نجاحه وتفوقه يحكم عليه من خلال نجاحه وتقديره ودرجاته في مجموعة من المواد الدراسية فى السنوات الأربع التي مر بها فإذا عرضنا نتيجة كل مادة خلال السنوات الأربع كان ذلك وصفاً لنوعية هذا

الطالب فى تحصيل المعرفة وأمكننا أن نميز بين الممتاز فى الفقه عن الممتاز فى الحديث عن المتفوق فى الرياضيات لكن فى النهاية تحتاج لأن تعرف النتيجة النهائية لكل طالب بما نسميه التقدير العام ومع أن التقدير العام يحسب من خلال معالجة نتيجة السنوات الأربع بطريقة ما فهو يتأثر بها ويعبر عنها ولكنه ينتهى بها إلى رقم أو مرتبه يمكن مقارنة الطلاب على أساسها فى حين يصعب مقارنتهم بنتيجة المواد الدراسية فى السنوات الأربع .

القيمة المثالية الصورية للبروتين :

ما دمنا في صدد تقدير قيمة ما لكل نوع من البروتينات فلابد أن يكون لدينا صورة مثاليه ولو صورية نتوقع أن تكون القيمة المرجوة التى تنسب اليها ولا يمكن ان تزيد عليها .

ولكى نتصور ذلك البروتين المثالى ذو القيمة القصوى فلابد أن نفترض أن هناك كائن حى مكون من خلية واحدة ينتج لبناء عضياته ومركباته مثلا ١٠ مركبات بروتينية من ١٠ أنساق من الأحماض الأمينية ونفرض أن الكميات المطلوبة منه متساوية أذن فالغذاء البروتيني ذو القيمة القصوى هو الذى يوفر له داخل خليته تلك الأنساق العشرة بالكميات المطلوبة لحاجته وعلى ذلك فإن الجرام الواحد من هذا الغذاء سوف يستفاد تماماً فلا يبقى منه شئ.

لكننا لو أمددنا الخلية بجرام يحتوى على ٩ أنساق فقط فإن الخلية سيكون لديها فائض من كل نسق مقداره تسعة جرامات وينقصها نسق تحتاج

إلى تكوينه فإذا فكت تلك الزيادة من تلك الأنساق فإنها لن تعطى نفس المقدار من النسق الناقص ، وعلى ذلك تزيد بعض الأحماض وينقص البعض فإذا تمكنت من تخليق ٤٠% من المقدار زادت أحماض أمينية بما يعادل ٦٠% من هذه الأنساق لكن فى نفس الوقت حدث أمر أخر لأن الخلية لن تتمكن من النمو وأداء وظائفها إلا فى حدود ٤٠% وبالتالى كانت الاحتياجات الجديدة للخلية من بقية الانساق التسعة على ضوء هذا النشاط الجديد ٤٠% فتوفر منها ٦٠% وتقوم الخلية بفكها لتوفر منه الأحماض المكونة لنسق الناقص ما يجعلها تتمكن من تكون كمية أخرى من النسق الناقص فيرتفع نشاطها على ضوء ذلك فتحتاج من الأنساق الأخرى إلى نسبة معادلة له وهكذا حتى يتم التوازن.

ويمكننا تصور حدوث التوازن بهذا المثال البسيط على النحو التالى :

الموجود بالغذاء ١ جم بروتين اى (١٠٠٠ ملجم) موزعة بالتساوى على ٩ انساق ، فيكون مقدار كل نسق منها ١١١,١١ ملجم فإذا كانت احتياجات الجسم هى (١٠٠٠ملجم) ولكن من ١٠ انساق اذا ينقص هذا النسق العاشر من الغذاء فتكون الاحتياجات توازى ١٠٠ملجم من كل نسق .

فيكون الفائض من الانساق التسعة عن الاحتياجات

= ١٠٠٠ - ٩٠٠ = ١٠٠ملجم

و حيث ان النسق الناقص يخلق بمعدل ٤٠% من الجزء الفائض ،

فيكزن مقدار المخلق منه = ١٠٠ × ٠,٤٠ = ٤٠ ملجم

و حيث الحياة لا يمكن ان تقوم حينئذ الا بمستوى ٤٠ ملجم من كل

نسق و بهذا يصبح هناك فائض مقداره ٦٠ جم من كل نسق من الانساق التسعة ، اى ما يوازى ٦٠ × ٩ = ٥٤٠ ملجم و هى كمية يمكن ان تتحول الى النسق الناقص او بمعنى اصح يمكن ان توزع بين الانساق بحيث تتوازن الانساق (فى مثالنا هذا تتساوى) .

فلو فرضنا ان المستوى الذى تتوازن عنده الانساق = N

و ان الكمية التى يجب ان تخلق من النسق الناقص بعد الاربعون ملجم التى خلقت من الزيادة = A

$$N - A = 40 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(1)$$

و حيث ان الزيادة من فائض الانساق التى يمكن ان تتحول الى النسق العاشر = $\mathbf{A = (N-100)\frac{9\times 40}{100} = \frac{40}{100}(900-9N)}$

$$3.6\,N + A = 360 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(2)$$

و بجمع معادلتى (١) و (٢) نحصل على :

$$4.6\,N = 400 \qquad \therefore \quad \mathbf{N = 86.95}$$

اذن هذا البروتين سوف يعطى ٨٦,٩٥ % من احتياجات هذا الكائن، مع انه تناول من الناحية الكمية مقدار البروتين الذى يحتاجه و يمكن صياغة معادلة عامة على النحو التالى :

$$N = C\,[\,P - (R\,.\,M)] + [M\,.\,C\ (R - N)\,]$$

حيث : N = Net value المستوى الذى سوف يغطيه الغذاء من كل

نسق

R = Requirement level مستوى الاحتياجات الحقيقى من كل نسق

P = Protein in feed كمية البروتين فى الغذاء

M = Model number عدد الانساق الموجودة فى الغذاء

C = Conversion factor معدل التحول من اى نسق الى النسق الناقص

و هذا بالطبع مع فرض ان هناك نسق واحد ينقص فى الغذاء و ان الاحتياجات من كافة الانساق متساوية و ان جميع الانساق تتحول الى النسق الناقص بمعدل متساوى ، و هذا بالطبع لا يمثل الواقع ، انما تتكون فى الجسم انساق عديدة يصعب حصرها كما ان الاحتياجات منها غير متساوية و كذلك معدل تحولها الى اى نسق اخر غير متساوى ، و على ذلك تصبح المعادلة البسيطة السابقة غاية فى التعقيد.

و المثال البسيط الذى سقناه سابقا يعطى لنا فكرة عن تأثر قيمة البروتين تأثراً ملحوظاً بغياب أحد انساق جسم الكائن المغذى فى انساق غذائه ة لكن الامر فى الحقيقة اعقد من ذلك بكثير لان أنساق الجسم فى الكائن الراقى ملايين لا تحصى ولأن أنساق البروتين فى الغذاء أيضاً ملايين لا تحصى ويستحيل أن يتطابق من هذه مع تلك ومن ناحية أخرى فإن الغذاء لابد له أن يسلك طريقاً طويلاً معقداً داخل الجسم وخلاياه حتى يصل إلى موضع الحاجة إليه وكل ذلك يصاحبه أثر ما يقلل من كمية المتاح من بقايا الأحماض الأمينية من هذا النسق .

وأذن فالصور الحقيقة التى يتحول بها بروتين الغذاء إلى بناء بروتين داخل

الكائن الحى صورة معقدة للغاية والكثير فيها مجهول لنا كما ان الكثير منها يتعذر قياسه مما يجعل معرفة هذه الصورة الحقيقية مستحيلا".

وإذا نظرنا إلى أن عامل واحد من العوامل الكثيرة التى تؤثر على قيمة البروتين قد أثر أثراً ملحوظا وكبيراً على قيمة البروتين فى تحقيق غاية البناء المطلوبة لخطر ببالنا أن أى بروتين مهما كان نوعه ستكون قيمته فى التخليق عند الوضع فى الاعتبار كل هذه العوامل قريبة من الصفر .

فلو أن غذاء يحتوى على ١٠% من وزنه الرطب بروتين خام منها ٨٠% بروتين حقيقى يفقد منه أثناء الإعداد ١٠% ويهضم منه ٣٠% ا ويمتص منه ٤٠% ويفقد عند الأيض ٨٠% وجميع ما به من نسق للأحماض الأمينية غير مطابقة لأنساق الجسم ، (وهذا هو الطبيعى دائما) لا يبنى النسق منها إلا ١٠% من الانساق الأخرى وهذا افضل التصورات عن سلوك البروتين فى الجسم .

فمعنى ذلك أن كل ١٠٠ جم من هذا الغذاء يصل منها إلى تخليق وبناء الجسم ٠,٠٢ جم فقط ، فإذا كان هذا الكائن يحتاج إلى بناء وتجديد ما يعادل ٠,٢% من وزنه كل يوم لاحتاج أن يتناول من هذا الغذاء عشرة أضعاف وزنه حتى يغطى احتياجاته.

ومعنى ذلك أن الإنسان المتوسط الوزن (٧٠كم) يحتاج ليغطى احتياجاته أن يأكل أكثر من ثلثى طن من الفول المدمس فى اليوم ويحتاج للتخلص من النفايات إلى أن يتبرز قرابة ربع الطن من البراز ويتبول ٤٠٠ لترا(أى سعة

برميلين من البول) مع أن الواقع غير ذلك فلابد أن تكون هناك عوامل تحسن من قيمة البروتين داخل الجسم حتى تكون الاستفادة اكبر من المحصلة الرياضية لأثر العوامل المضيعة لقيمة البروتين وهذا ما سوف نناقشه الآن.

دور الكائن الحى
فى رفع قيمة البروتين المأكول

(١) زيادة كفاءة الهضم :

مع أن عمليات الهضم للعناصر الغذائية غالباً ما تتم فى جزء واحد من القناة الهضمية وبواسطة نوع أو نوعين من الإنزيمات الهاضمة نجد أن الجهاز الهضمى فى الفقاريات تكيف مع هضم البروتينات بحيث يتم الهضم لها فى جميع أجزاء الجهاز الهضمى تقريبا فهناك هضم فى المعدة يتم بواسطة الببسين والحمض المعدى وهناك هضم يتم فى الأمعاء بإفرازات البنكرياس والأمعاء وذلك لضمان هضم أكبر قدر ممكن من البروتينات وتحويلها إلى أحماض أمينية ، ولذلك نجد كثيرا من أنواع البروتينات تكاد تهضم تماماً فى القناة الهضمية وتتحول كلية إلى أحماض أمينية قابلة للامتصاص.

(٢) زيادة كفاءة الامتصاص :

يقوم الجسم بإعداد أكثر من وسيلة لرفع كفاءة امتصاص الأحماض الأمينية

ضماناً للاستفادة منها بأكبر قدر ممكن ومن هذه الوسائل ما يلى :

(أ) - إعادة التوازن بين الأحماض الأمينية فى تجويف الأمعاء لضمان اكتمال امتصاصها ، يبدوا أن نسق الأحماض الأمينية فى البروتين المأكول يؤثر بطريقة أو بأخرى فى أجهزة الإحساس أو الإفراز الهرمونى والإنزيمات فى القناة الهضمية مما يجعلها تزيد إذ تقلل من إفرازاتها أو تغير من طبيعة هذه الإفرازات .

فإذا علمنا أن الغذاء المتوازن للإنسان المتوسط يحتوى على حوالى ٥٠جم بروتين خلال ٢٤ ساعة فإن مقدار ما يفرزه الجسم على هذا الغذاء من إفرازات هاضمة وخلايا متهتكة يصل إلى ٣٥٠ جم كل ٢٤ ساعة أى حوالى أضعاف ما يحويه الغذاء .

ونشر Nasset ١٩٦١ أن البروتين المفرز داخلياً على الغذاء يعمل على حفظ التناسب للأحماض الأمينية المأكولة تبعاً لأوزانها الجزئية . ومعنى ذلك تبعاً لرأى Nasset أن الجسم الطبيعى المغذى على بروتين متوازن إذ صادف وغذى على بروتين ردئ فإنه يفرز عليه من الإفرازات ما يُصلح تناسب الأحماض الأمينية به ومن ثم يجعله كما لو كان بروتيناً جيداً فيتم امتصاصه على اكفأ صورة.

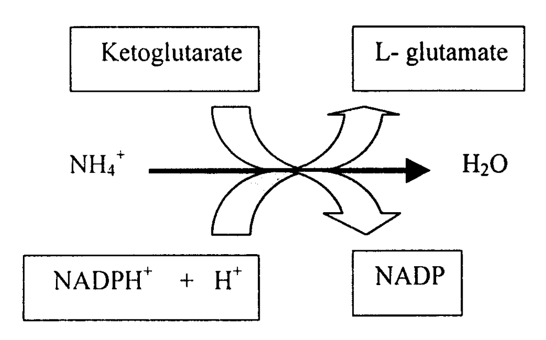
(ب) - يتم امتصاص الأحماض الأمينية (أو معظمها) بواسطة النقل النشط وبنظام حملى هذا بالإضافة إلى الامتصاص عن طريق الانتشار البسيط ويحقق ذلك أكثر من طريق أحتياطى لضمان الامتصاص الكامل ويساعد

فى ذلك أحد مركبات فيتامين ب ٦ النشطة " البيروكسال فوسفات "

(٣) تخليق الأحماض الأمينية Amination

وهذه واحدة من أهم طرق رفع قيمة البروتين داخل جسم الكائن الحى إذ يمكنه أن يصنع الأنساق التى يحتاج إليها من الأحماض الأمينية المتاحه له من الأنساق التى تم تناولها فى الغذاء فإذا لزمه حمض أمينى أو أكثر قام بتخليق هذا الحمض الأمينى من مواد غير بروتينية مصدرها الكربوهيدرات أو الدهون ومن أمثلة ذلك

١ - تخليق الجلوتاميك من حمض ألفا – كيتو جلوتاريك والأمونيا بمساعدة إنزيم L- glutamate dehydrogenase



١ -تخليق الجلايسين من ثانى أكسيد الكربون والأمونيا و Methylene terahydrofolate

٢ -تخليق الجلايسين من الكولين بعد عدة تفاعلات تنتهى بـ Sarcosine ثم الجلايسين

(٤) تحول الأحماض الأمينية إلى أخرى

وهو أثر مفيد من ناحيتين :

أولاً : وسيلة للتخلص من الأحماض الأمينية الزائدة التى قد توجـــد فى نسق الغذاء بكمية أكثر منها فى الأنساق المراد بنائها .

وثانياً : وسيلة لتوفير أحماض أمينية قد يحتاج إليها الجسم فى إتمام نســق بنائه ويتم ذلك بعده عمليات منها :

(أ) عملية نقل مجموعة الأمين Transamination:

وهى ليست عملية تحويل كامل للحمض الأمينى إلى آخر بالمعنى الدقيق ، وإنمـا هى عملية نقل مجموعة الأمين من الحمض الأميني غير المطلـــوب وتحويلـه إلى حمض كيتونى يستغل فى إنتاج الطاقة أو بناء الدهون ثم إضافة هذه المجموعـة إلى حمض كيتونى آخر لتخليق حمض أمينى مطلوب وتقوم بهذه العملية مجموعة مـن الإنزيمات تسمى الإنزيمات الناقلة لمجموعة الأمين Transaminase.

وتختلف هذه العملية عن سابقتها بأن وجود الحمض الأميني المراد نقـــل مجموعة الأمين منه ضرورى لإتمام هذه العملية إذ لا يمكن نقل مجموعـــة أمـين حرة ألى حمض كيتونى فى هذا النظام كما هو الحال فى النظام السابق ومن أمثلـة ذلك :

نقل مجموعة الأمين من الحمض الأميني الجلوتاميك إلى العديد من الأحمـاض

الكيتونية لتكوين أحماض أمينية أخرى مثل

(١) نقلها إلى Pyruvic acid لتكوين L- Alanine وذلك بواسطة انزيم Glutamic-Pyruvic Transaminase (GPT)

(٢) إلى Oxalaaetic acid لتكوين L – Aspartic aied وذلك بواسطة انزيم Glutamic-Oxaloacetic Transaminase (GOT)

(٣) إلى Hydroxypyruvic acid لتكوين L – Serine

ب – التحول بالأكسدة :

تحول الفينيل ألانين بالاكسدة إلى التيروزين

جـ – التحول بنزع مجموعة الكربوكسيل :

ومثلها تحول حمض الإسبارتيك إلى الألانين بنزع مجموعة الكربوكسيل من الأول

د – التحلل المائى:

مثل : تحول الأرجينين إلى الأورنثين والبرولين وغير ذلك مما يكون تفصيله فى مقررات الكيمياء الحيوية .

ويترتب على عمليات تخليق الأحماض الأمينية أن هناك من الأحماض الأمينة الثلاث والعشرين التى يبنى منها بروتين الجسم ثلاثة عشر يمكن تخليقها

من الكربوهيدرات او الدهون أو الأحماض الأمينية الأخرى وعشرة أحماض لا يمكن تخليقها فى الحيوانات الراقية سميت الأحماض الأمينية الضرورية Essential amino acid ولابد من تواجدها فى الغذاء وهذه الأحماض الضرورية هى :

الأرجنين	Arginine	الهستيدين	Histidine
الليوسين	Leucine	الأيزوليوسين	Iso-Leucine
اللايسين	Lysine	الميثايونين	Methionine
الفينيل الانين	Phenylalanine	الثريونين	Threonine
التربتوفان	Tryptophan	الفالين	Valine

إلا أن الأحماض الثلاثة عشر الأخرى ليست جميعاً وفى جميع الظروف يمكن للجسم أن يخلقها من المركبات الأخرى إذ تكتنفها الأحوال التالية:

- Cystine يمكن تخليقه فقط من Methionine لذلك غالباً ما يحسبون معاً تحت أسم الأحماض الأمينية المحتوية على الكبريت S-containing amino acids
- Tyrosine يمكن تخليقه فقط من Phenylalanine لذلك غالباً ما يحسبون معاً تحت أسم الأحماض الأمينة العطرية Aromatic amino acids.
- فى الطيور وخاصة الصغيرة أو عالية النمو لا يتناسب ما يمكنها تخليقه من Glycine مع احتياجاتها مما يلزم معه زيادة محتواه فى العليقة .
- نظرا لأن Serine لا يخلق إلا من Glycine فى حالة ما يكون الأخير

ضرورياً كما فى النقطة السابقة يلزم ربطه مع السيرين أيضاً .

- Glutamic acid لأنه أساس تخليق الأحماض الأمينة من المواد غير البروتينية ومنه يتم التحول إلى الأحماض الأمينية الأخرى فقد وجد أنـــه فى بعـــض الحالات المرضية تتأثر الممرات الأيضية الخاصة به مما يقلل تخليقه لذلك يلـزم تواجده فى الغذاء في مثل هذه الحالات .

ومع أن الأحماض الضرورية العشرة لا يمكن تخليقها فى خلايا الثدييـــات كما سبق أن أشرنا إلا أنها قد تتوفر أيضا تحت ظروف خاصة.

(٥) توفير الأحماض الأمينية الضرورية :

من طرق الكائن الحى فى رفع قيمة البروتين أن بعض أنواع الحيوانـــات الثديية تستطيع توفير قدراً كافياً من احتياجاتها من الأحماض الأمينية الضروريـــة عن طريق ما يعيش فى قناتها الهضمية من كائنات دقيقـــة معيشـــة تكافليـــة . فالمجترات تستمد كافة احتياجاتها من الأحمـــاض الأمينيـــة الضروريـــة وغـــير الضرورية مما تخلقه الأحياء الدقيقة فى كرشها وكذلك توفر بعض أنواع البكتريا والكائنات الدقيقة الموجودة فى الأعور والقولـــون فى القـــوارض وفى قولـــون الإنسان كميات مناسبة من Histidine وArginine .

ويتضح لنا مما سبق أن الحيوان غالباً ما يستفيد بنسبة كبيرة من الـــبروتين الموجود فى غذائه لكى يبنى به كيانه الحى وأمام تلك الأحوال التى تعوق وصول البروتين فى أداء مهمته إلى الدرجة القصوى وتلك الأحوال التى ترفع من قيمتـــه

نجد أن البروتينات تتباين فى قيمتها تبايناً كبيراً ولذلك تصبح عملية الحكم علـى جودتها مسألة غاية فى التعقيد.

العوامل التى تحدد نوعية البروتين :

من الاستعراض السابق لبناء البروتينات ومزالق ضياع جزء من الموجـود منها فى الغذاء حتى أثناء رحلته إلى موضع البناء ودور الجسم فى رفـع قيمـة البروتين لتعويض بعض هذه المزالق يمكن أن نحصر العوامل المحـددة لنوعيـة البروتين فيما يلى:

(١) كمية الأحماض الأمينية الضرورية:

كمية كل من الأحماض الأمينية الضرورية ومدى كفايتها لتغطية حاجة حيـوان معين منها مع الأخذ فى الاعتبار ما يلى:

أ-قد لا ينظر إلى ذلك العامل عند تحديد نوعية البروتين المقدم للمجترات ، لأن الكائنات الحية الدقيقة فى كرشها تخلق الأحماض الأمينية كلها الضروريـة وغير الضرورية .

ب -قد لا يعد Arginine منها عند تحديد نوعية الـبروتين للإنسـان والقوارض لان الكائنات الدقيقة فى الأمعاء الغليظة و القولون فيها تخلق كميات مناسبة منهما .

جـ - يضاف إلى الأحماض العشرة حمض Glutamic acid فى تحديـد

نوعية البروتين لحيوان أو إنسان مريض .

د- يضاف إلى الأحماض العشرة Glycine في تحديد نوعية البروتين لطائر سريع النمو والكتاكيت فى الأسابيع الثلاث الأولى من عمرها .

هـ - يحسب Cystine مع Methionineو Tyrosine مع Phenylalanine لأن الأول يخلق من الثانى والثالث يخلق من الرابع .

(٢) دولاب الأحماض الأمينية الضرورية

تتناسب كميات الأحماض الأمينية إلى بعضها البعض ، وفى كثير من الأحيان يكتفى فى هذا التناسب أو التناسق بالأحماض الأمينية الضرورية وهذا التناسب هو ما يطلق عليه Amino acids pattern وهو ما يمكن أن نسميه " **نموذج الأحماض الأمينية، أو دولاب الأحماض الأمينية** " .

و الجدول (١) يبين مقارنة بين ثلاثة أنواع من البروتين هى بروتين البيض و اللبن و القمح حيث ينسب محتوى كل حمض أمينى فى كل بروتين منها كنسبة مئوية من محتواه فى الدولاب المثالى

ويتضح من هذا الجدول أن كلاً من بروتين البيض وبروتين اللبن البقرى يحتوى على القدر الكافى من الأحماض الأمينية الضرورية وزيادة لكن تناسب هذه الزيادة كان أكثر شذوذاً وتطرفاً فى بروتين البيض إذ كان مدى تبعثر قيم محتواه منسوبة إلى مثيلها فى الدولاب المثالى ٨٢ فى حين كان ذلك فى اللبن ٣٢ ويظهر من الجدول أن معامل الاختلاف فى نسب دولاب البيض كان ١٦% فى

حين كان معامل الاختلاف فى دولاب اللبن ٨,٣% ويتضح لنا هذا الفـــــرق جليا عند حساب بروتين القمح إذ يبلغ مدى تبعثر القيم ١١٢ ويبلغ معـــامل الاختلاف ٣٠,٦٩% .

٣-القيمة الهضمية للبروتين Digestibility :

وبالطبع كلما زادت هذه القيمة زادت كمية الأحماض الأمينية الحـــرة القابلـــة للامتصاص ومن ثم زادت قيمة البروتين إلا أن القيمة الهضمية غالباً ما تعطـــى دلالة أخرى على علو نوعية البروتين أو دنوهـــا فقـــد وجـــد بالملاحظـــة أن البروتينات عالية القيمة تكون سهلة الهضم عن تلك المنخفضة القيمة ويرجـــع ذلك إلى عدة أسباب ترجع إلى بناء البروتين المهضوم ووظائفه التى كان يؤديـــها فى الكائن الذى بناه نبات كان أم حيوان .

فقد لوحظ أن القيمة الهضمية للبروتينات الحيوانية عموماً أعلى منـــها فى البروتينات النباتية وكذلك وجد أن بروتينات الشعر والقـــرون والغضـــاريف وأمثالها وهى التى تحتوى على نسبة عالية من الكيراتين Keratin وهو من قســـم Scleroprotein هى بروتينات منخفضة جداً فى قابليتها للهضم وهـــى أيضـــاً بروتينات فقيرة جداً إذ تكاد تخلو من التربتوفان .

(٤) الانتفاعية Availability

ويقصد بها قابلية الأحماض الأمينية الموجودة فى البروتين بعد هضمها وتحررهـــا فى تجويف القناة الهضمية لأن ينتفع بها بأن يمكنها الدخول إلى مجرى الـــدم ثم

الإنتقال إلى أماكن التخليق فى الخلية . وهناك العديد من العوامل التى تؤثـــر فى الإنتفاعية بالسلب والإيجاب منها :

١- تحور تركيب الحمض الامينى:

حدوث تغير كيميائى ولو بسيط فى الحمض الأميني يعوق امتصاصه ومـن ثم الانتفاع به ومثال ذلك ما يحدث من ربط مجموعـــة الميثيـــل الموجـــودة فى اللايسين نتيجة المعاملات الحرارية فى الصناعة مما يعوق قابلته للانتفاع .

٢- التنافس الداخلى:

وجود تنافس بين بعض الأحماض الأمينية مع بعضها على النظام الحملـى فى نقلها إلى الخلايا المخاطية للأمعاء ومثال ذلك أن الأحماض الأمينية القاعديـــة مثل اللايسين والارجنتين والأورنسين تشترك فى النظام الحامل للسستين.

٣- التنافس الخارجى:

وجود اشتراك وتنافس فى النظام الحملى بين بعض الأحمـــاض الأمينيـــة ومركبات أخرى مثل اشتراك كل من البروتين والهيدروكسى برولين بالنظـــام الحملى للبيتايين Betaine.

٤- التثبيط :

بعض الأحماض الأمينية تثبط امتصاص أحماض أخرى فقد وجد أن زيـادة الفينيل آلانين يثبط إمتصاص الميثايونين والعكس بالعكس.

٥- التنشيط:

بعض الأحماض الأمينية تنشط امتصاص أحماض أخـــرى مثـــل زيـــادة الميثايونين تنشط امتصاص اليوسين من الأمعاء .

٦- الحالة الغذائية العامة:

فكلما كان الحيوان قبل تناول الوجبة فى حالة اتـــزان غذائـــي كلمـــا تحسنت إنتفاعيته بالأحماض الأمنية فى الغذاء الجديد .

٧-عوامل النقل النشط:

اثر بعض العناصر المعدنية والفيتامينات مثل الصوديـــوم وفيتـــامين ب ٦ فكل منها يشترك فى النقل النشط للأحماض الأمينية.

٨- الحالة الصحية:

الحالة الصحية لجدار الأمعاء وسمكها وأصابتها بالطفيليات والالتـــهابات وغيرها .

٩- الحالة الفسيولوجية:

الحالة الفسيولوجية للحيوان حيث أن عملية انفاع الجســـم بالأحمـــاض الأمينية المتاحة فى القناة الهضمية تخضع لتحكم هرموني لكل من هرمونات النمو وهرمونات الجنس وهرمونات التمثيل الغذائى بالإضافة إلى الهرمونات المنظمـــة

لوظيفة القناة الهضمية ويدخل ضمن ذلك جنس الحيـــوان وعمـــرة وحالتـــه الإنتاجية.

١٠- العبء الفسيولوجى:

وجود جهد أو عبء فسيولوجى على الحيوان من عدمه فقد وجد أن أى عبء على الحيوان كالعبء الحرارى أو أى حالة غير طبيعية كتعرضه للجـــوع أو العطش أو التوتر أو وجود جراحة أو كسر أو قيد الحيوان أو حبسه بشـــكل يعوق حركته يؤثر تأثيراً واضحاً على إنتفاعية الأحماض الأمينية فى قناته الهضمية وهذه النقطة تمثل إحدى العقبات أمام طرق التقييم التى تعامل فيها الحيوانـــات معاملات خاصة مثل عمل جراحة أو فاستيولا أو حبس الحيـــوان فى صنـــاديق الهضم أو فى المسعرات التنفسية أو إبقائهم تحت نظام غذائى محدد إذ إن كـــل هذه المعاملات تمثل عبء غير طبيعى على الحيوان فتختلف إنتفاعيته من الغـــذاء عن مثيله الذى لا يقع تحت أى من هذه الأعباء مما يجعل المقاييس التى تؤخـــذ على مثل هذا الحيوان مخالفة للواقع العملى وبالتالى تقل الثقة فيـــها ويصعـــب تعميمها على الحيوانات الطبيعية .

(٥) نوع الحيوان :

لم يعد الحكم على البروتين حكما مطلقاً بل إن قيمة بروتين ما تتحـــدد بالنسبة للحيوان الذى سوف يقدم إلية فعلى فرض تســـاوى جميـــع العوامـــل السابقة بين نوعين من البروتين فلا يعنى ذلك أنهما متســـاويان فى القيمـــة إذا أعطى كل منهما لحيوان يختلف فى نوعه عن أخر وذلك اختلاف طبيعـــى لأن

الكائنات الحية تتباين فى مدى استفادتها من نفس الغذاء فالبروتين الــذى يعــد عالى الجودة للثدييات قد يكون أقل جودة إذا غذيت عليه الطيور .

وقد ظهر ذلك جلياً عندما اجريت مقاييس التقييم الحيوى للبروتينـــات على فئران التجارب فتبين عدم مطابقتها للواقع عند الاعتماد عليها فى حســاب مقننات الطيور بل إن الطيور نفسها تختلف فيما بينها ، كما تختلف الثدييـــات فيما بينها وربما يرجع ذلك إلى عوامل عديدة منها الاختلاف الكروموزومـــى والجنسى الذى من المحتمل أن يكون له تأثير ما علـــى الاســتفادة والقــدرة التحويلية للبروتين ومنها معدلات النمو وطبيعة التكيف وأنـــواع وتركـــيزات المركبات الفسيولوجية فى الدم والأنسجة والخلايا إلى غير ذلك من الفروق الــتى يرجع إليها فى علم الفسيولوجيا وعلم التغذية المقارنة.

صدر للمؤلف

عن دار الهدى للنشر والتوزيع

كيمياء التغذية

مرجع باللغة العربية يقع فى اكثر من ٧٠٠ صفحة من القطع الكبير طباعة فاخرة

الفصل الرابع

التقييم وطرقه

ما هو التقييم ؟

التقييم كما سبق أن ذكرنا فى الفصل الأول هو تحديد وحساب قيمة البروتين أو بمعنى أخر هو تحديد وتقدير مدى النفع أو الفائدة التى تتحقق للحيوان الذى يتغذى عليه من حيث بناء عضيات خلاياه ومركباتها ، وتعويض التالف منها وبناء المركبات الكيميائية اللازمة لأداء الوظائف الحيوية ويشمل التقييم أيضاً بيان نوعيه هذا البروتين ووصف جودته وصفاً كمياً يمكن معالجته رياضياً أو المقارنة به بين البروتينات المختلفة.

تمثل البروتينات أعلى بنود التغذية تكلفة فى العلائق وتحت الظروف المصرية تمثل مشكلة ندرة الأعلاف البروتينية المشكلة الأهم والأعصى على الحل عن مثيلتها لحيوانات المزرعة ومن ناحية أخرى فإن جدوى التغذية العملية للدواجن (بخلاف المجترات) تكمن فى قيمة البروتين وليس فقط فى كميته.

ومن هنا برزت أهمية تقييم البروتينات فى مواد العلف وخاصة فى تغذية الدواجن مع بداية هذا القرن على يد توماس (Thomas)[1] حيث تحولت النظرة للبروتين من كونه محتوى غذائى فى مواد العلف ألى نوعيته وكمية المستفاد منه فعلاً فى الجسم وكان ذلك بمعرفة وتقدير القيمة الحيوية للبروتين

---

[1] - Tomas, K . Arch. Anat. Physiol. Lpz. Physiol . Abstr . 219 (1909) .

وبعد ذلك توصل اوسبرين وماندل (Osborne & Mendel) Biological Value (BV) ألى تقدير قيمة البروتين بطريقة أخرى نشراها سنة ١٩١٧[١] وسمياها الكفاءة النسبية للبروتين (PER).

وكان لميتيكل (Mitchell) جهوداً عظيمة فى تقييم البروتين بطرق عديـدة توصل إليها مع مساعدية فى الفترة من ١٩٢٢ إلى ١٩٤٦ حيث نشـــر ســـنة ١٩٢٢ [٢] طريقته المعروفة بالقيمة الصافية للـــبروتين N P V وفى ســـنة ١٩٢٣ عدل [٣] طريقة تقدير القيمة الحيوية (BV) وفى سنة ١٩٤٦ توصـــل مع بلوك[٤] إلى طريقة تقدير (Chemical score) .

وفى عام ١٩٣٩ ظهرت طرق تقييم البروتين باستخدام العلائق الطبيعيـــة على يد هيمان Heiman [٥]ومساعديه عندما وصفوا طريقـــة عمليـــة لتقييـــم البروتين فى علائق الدواجن سموها القيمة الإجمالية للبروتين (GPV) وتم تحســـين هذه الطريقة بعد ذلك على يد كاربنتر Carpenter سنة ١٩٥٥ [٦] وأنـــور فى مصر سنة ١٩٦٠ [٧] وسنة ١٩٦٧ [٨]

1- Osborne, T. B. and L. B . Mendel; J. Biol. Chem . ,32 : 369 (1917) .

2 - Mitchell, H . H . ; Am .Soc . An . Prod . P. 55 (1922) .

3 - Mitchell, H.H.; J. Biol. Chem.58: 873 (1923).

4 - Block , K. J . & H . H . Mitchell , Nutr . Abstr . Rev . 16 : 249 (1946) .

5 - Heiman , V . ; J . S . Carver & J . W . Cook ; Poult . Sci . 18 : 46 (1939) .

6 - Carpnter K .J . ; G . M . Ellinger and D . H . Shrimpton ; J . Sci . Fd . Agric 6 : 296 (1955) .

7 - Anwar ,A. Poult. Sci . , 39 : 1406 (1960).

8 - Anwar , A . Brit . Poult . Sci . , 8 : 311 (1967) .

وفى منتصف هذا القرن نشر أوسر Oser [١]طريقة تقدير دليل الأحمـــاض الأمينية الضرورية (EAAI) ثم توالى ظهور طرق تقييم البروتين المختلفة ومنها :

١- الاستفادة الصافية للبروتين (NPU) على يد ميللر ومساعديه ســـنة ١٩٥٥ [٢]وسنة ١٩٦١ [٣]

٢- دليل ميزان الأزوت Nitrogen- Balance index على يد آلســـون Allison سنة ١٩٥٥ [٤]

٣- التقييم على الكائنات الدقيقة على يد فيرنيل وروســـن Fernell & Rosen سنة ١٩٥٦ [٥] ،وفورد Ford سنة ١٩٦٠ [٦]

٤- النسبة الصافية للبروتين (NPR) على يد بندر ، دول سنة ١٩٥٧[٧]

٥- القيمة الإنتاجية للبروتين (PPV) علـــى يـــد هوتـــزل Hotzel سنة١٩٥٨[٨]

1- Oser, B. L. , J . Amer . Dietetic Assn . , 27 : 396 (1951)

2- Miller , D . S . & A. D. Bender , Brit . J . Nutr . 9 : 382 (1955).

3- Miller , D . S . & P . R. Payne , Brit . J . Nutr . 15 : 11 (1961) .

4- Allison , J . B . Physiol . Rev . 35 : 664 (1955) .

5- Ekman , P . Emanullson And A . Fransson , 1949 , College Of Sweden K . Lenthbruksc-Ann , 16 : 749 .

6- Ford, J. F., Brit. J. Nutr. 14 : 485 & 16 : 409 (1960) .

7- Bender, A. E. & B. H. Doell ; Brit. J. Nutr. 11: 140 (1957)

8- Hotzel , D . Zeitschrift fur Tierern ahrnng und Futtcrmil-helkunde , 13 : 193 (1958) .

٦- دليل الأزوت - النمو على يد آلسون ومساعديه سنة ١٩٥٨[١]

٧- الكفـــاءة النســـبية لـــلازوت (NER) علـــى يـــد روســـنبربج Rosenberg سنة ١٩٦٠ [٢]

٨- قيمة الأحماض الأمينية المتاحـــــة (AAA) علـــى يـــد كـــاربنتر Carpenter سنة ١٩٦٠ [٣] وفورد سنة ١٩٦٢ [٤]

٩- قيمة اللايسين الحر (A L V) على يد نفس العالمان السابقان .

١٠ - نسبة الأحماض الأمينية فى البلازما (P A A) على يد لونجنكـــر وهوس Longenecker & Hauseسنة ١٩٦١ [٥]

١١- نسبة الأحماض الأمينية الضرورية للغير ضرورية EN_{ratio} على يـــد ستوكى وهاربر Stucku & Harper سنة ١٩٦٢ [٦] وسودسيد Swendseid و مساعديه سنة ١٩٦٣ م [٧]

أما الآن ونحن فى بداية القرن الحادى والعشرين فقد تعددت طرق التقييـــم

1- Allison , J. B . Wannemacher , R .W . , Sporlein , M . T . and Middleton ,E . , Fed . Proc . 18 : 516 (1958) .

2- Rosenberg, H. R.,. Ed. Acdemic Press, New York (1959).

3-Carpnter , K . J . ; Biochem . J . 77 : 604 (1960) .

4- Ford , J . F. Brit . J . Nutr . 16 : 409 (1962) .

5- Longeneker , J . B . & N . L . Hause ; Am . J . Clin . Nutr . 9 : 356 (1961) .

6- Stucki , W . P & A . E . Harper ; J . Nutr . 78 : 278 (1962) .

7- Swendseid , M . F . ; J Villabos & B . Friedrich ; J . Nutr . 80 : 99 (1963) .

وتباينت فى الأسلوب والطريقة والفكرة المبنية عليها وغير ذلك ، إلا أنه لم يـزل يصعب على الباحثين إيجاد طريقة لتقييم الـبروتين تـأخذ فى اعتبارهـا كـل الاعتبارات التى تؤثر على قيمة البروتين سواء التى تتعلق بالـبروتين نفسـه أو بالتمثيل الغذائى داخل جسم الحيوان أو الطائر لكى تعطى قيمة حقيقية للبروتين لا يمكن توجيه النقد إليها .

ومن هنا كان تعدد هذه الطرق وتعدد أساليبها حيث أن كل منها يـأخذ فى حسبانه بعض هذه الاعتبارات ويهمل الأخرى ، ولكن فى النهايـة لابـد للمهتمين بتغذية الدواجن أن يضعوا تحت نظرهم قيم بروتين أى مادة غذائيـة يريدون التعرف عليها والتى تحصل عليها من طرق مختلفة وذلك لكى تتكـون عندهم فكرة كافية عن هذا البروتين ومدى صلاحيته لأغراض التغذية .

جدول (٢) أسماء ورموز طرق تقييم البروتينات

مسلسل	الأسم العربى	الأسم الاصطلاحى الأنجليزى	الرمز
١	الأحماض الأمينية المتاحة	Available Amino Acids	**AAA**
٢	قيمة اللايسين الحر	Available Iysine Value	**ALV**
٣	القيمة الحيوية	Biological Value	**BV**
٤	معامل الكرياتنين	Creatinine coefficient	**CC**
٥	دليل الكرياتنين والطول	Creatinine – Height Index	**CHI**
٦	المقياس الكيميائى	Chemical Score	**CS**

CSF	Chemical Score of Feed	المقياس الكيميائى للغذاء	٧
CAAI	Critical Amino Acids Index	دليل الأحماض الأمينية الحرجة	٨
CP	Crude Protein	البروتين الخام	٩
DC	Digestion Coefficient	معامل الهضم	١٠
	Digestion *in Vetro*	الهضم الخارجى	١١
EAAI	Essential Amino Acids Index	دليل الأحماض الأمينية الضرورية	١٢
E/NR	Essential to non – essential Amino Acid Ratio	نسبة الأحماض الضرورية والغير ضرورية	١٣
FC	Feed Conversion	الكفاءة التحويلية	١٤
FE	Feed Efficiency	الكفاءة الغذائية	١٥
GPU	Gross Prtein Units	الوحدات الإجمالية للبروتين	١٦
GBV	Gross Protein Value	القيمة الإجمالية للبروتين	١٧
I/D_{ratio}	Indispensable / Dispensable Amino Acid Nitrogen ratio	نسبة أزوت الأحماض الضرورية والغير ضرورية	١٨
LAA	Limiting Amino Acids	الاحماض الأمينية المحددة	١٩
	Lund – Sandstrom Fractionation	تقسيم لاند – ساندسترم	٢٠
	Microbial Digestion	الهضم الميكروبى	٢١

	Microbiological assay	التقييم الميكروبى	٢٢
NDP	Net dietary protein	المقنن الصافى للبروتين	٢٣
NPR	Net Protein Ratio	النسبة الصافية للبروتين	٢٤
NPU	Net Protein Utilization	الاستفادة الصافية للبروتين	٢٥
NPUu	Net Protein Utilization Units	الوحدات الصافية للبروتين	٢٦
NPV	Net Protein Value	القيمة الفعلية للبروتين	٢٧
NB	Nitrogen Balance	ميزان الأزوت	٢٨
NBI	Nitrogen Balance Index	دليل ميزان الأزوت	٢٩
	Nitrogen – conversion Factors	معامل تحويل الأزوت	٣٠
NER	Nitrogen Efficiency Ratis	الكفاءة النسبية للأزوت	٣١
NGI	Nitrogen Growth Index	الدليل الأزوتى للنمو	٣٢
NR	Nitrogen Retention	البروتين المحتجز	٣٣
NU	Nitrogen Utilization	البروتين المستفاد	٣٤
NR	Nutritive Ratio	النسبة الزلالية (الغذائية)	٣٥
PDR	Pepsin Digest Residue	حاصل هضم البيسين	٣٦
PAA	Plasma Amino Acids Ratio	نسبة الأحماض الأمينية فى البلازما	٣٧
PPV	Productive Protein Value	القيمة الانتاجية للبروتين	٣٨

	Protein Calories	طاقة البروتين (النســـبة الزلالية)	٣٩
PE	Protein Efficiency	كفاءة البروتين	٤٠
PER	Protein Efficiency Ratio	الكفاءة النسبية للبروتين	٤١
$P\text{-}E_{ratio}$	Protein – Energy Ratio	نسبة البروتين للطاقة	٤٢
	Protein Equivalent	المكافئ البروتيني	٤٣
PRE	Protein Retention Efficiency	كفاءة البروتين المحتجز	٤٤
PR	Protein Rating	المعدل البروتيني	٤٥
PUE	Protein Utilization Efficiency	كفاءة الاستفادة مـــن البروتين	٤٦
RNB	Relative Nitrogen Balance	ميزان الأزوت النسبي	٤٧
RNR	Relative Nitrogen Retention	الأزوت المحتجز النسبي	٤٨
RNU	Relative Nitrogen utilization	الأزوت المستفاد النسبي	٤٩
RNV	Relative Nutritive Value	القيمة الغذائية النسبية	٥٠
RV	Replacement Value	قيمة الاحلال للبروتين	٥١
PV_{AB}	Repletion Value For serum Albumin and Globulin	قيمة امتلاء الألبيومـــين والجلوبيولين	٥٢
RV_{BW}	Repletion Value for body weight	قيمة امتلاء الجسم	٥٣
RV_{Hb}	Repletion Value for Hemoglobin	قيمــــة امتــــــــلاء الهيموجيلوبين	٥٤

RV_{LE}	Repletion Value for Liver Enzymes	قيمة امتــــلاء إنزيمـــات الكبد	٥٥
RV_{LP}	Repletion Value for Liver Protein	قيمة امتلاء بروتين الكبد	٥٦
RV_{LR}	Repletion Value for Liver RNA	قيمة امتــــلاء الحمــض النووى فى الكبد	٥٧
RV_{PP}	Repletion Value for Plasma Protein	قيمة امتــــلاء بروتـــين البلازما	٥٨
	Solubility	معدل الذوبان	٥٩
TPE	Total Protein Efficiency	الكفاءة الكلية للبروتين	٦٠
TS	Total Sulfur	الكبريت الكلى	٦١
TP	True Protein	البروتين الحقيقى	٦٢
TPN_{ratio}	True Protein Nitrogen Ratio	نسبة البروتين الحقيقـــى لغير الحقيقى	٦٣

الفصل الخامس

تقسيم طرق تقييم البروتينات

تبلغ طرق تقييم البروتينات التى سوف نتناولها بالشرح فى هذا الكتـــاب قرابة الستين طريقة تختلف فيما بينها اختلافات قليلة أحياناً وكثيرة أحياناً أخرى ولكى يسهل علينا تناولها ومن ثم المقارنة بينها سوف نقدم لهــــا بالتقســيمات المختلفة التى يمكن حصر تلك الطرق من خلالها

أولاً : التقسيم تبعاً لبساطة الطريقة:

يصعب أن نضع طرق التقييم فى مجموعات محددة تبعاً لبساطة إجرائـــــها لأن الطرق تتدرج بين البسيطة والمعقدة كما أنه لا يوجد على وجه التحديـــــد ضابط قياسى لهذه أو تلك ويمكن أن نضع طرق التقييم فى ثلاثة مجموعات على النحو التالى:

(١) الطرق البسيطة :

وهى طرق سهله وسريعة وغالباً ما تحتاج إلى تحليل كيماوى بســـيط أو إلى قياسات وزنيه بسيطة ولا تحتاج إلى خبرة فى تنفيذها ولا تكلفة تذكـــــر فى تطبيقها إلا إنها ليست دقيقة وإنما تعطى فكرة مبدئية عن نوعية البروتين ومعظـم هذه الطرق تجرى بشكل روتينى كمقدمة للطرق الأخرى وقد تكون بعض هذه

الطرق أحد الخطوات المتخذة فى حساب أو إجراء الطرق الأكثر تعقيداً.

ومن هذه الطرق

البروتين الخام والبروتين الحقيقى و الكفاءة الغذائية والكفاءة التحويلية والكبريت الكلي وقيمة اللايسين الحر ومعدل الذوبان... وهكذا.

(٢) الطرق المعقدة :

وهى طرق تحتاج إلى خطوات كثيرة وغالباً ما تتم على حيوانات التجارب ويتم قبلها التحكم فى الكثير من العوامل البيئية والفسيولوجية لهذه الحيوانات وتتطلب أيضاً نوعاً من التحليل الدقيق ويمكن منها الحصول على نتائج دقيقة وصادقة ومهمة للتعرف على التمثيل الغذائى للبروتين ومن هذه الطرق تلك التى تعتمد على العلائق النقية وحساب ميزان الأزوت وقياس أزوت الجسم

(٣) الطرق المتوسطة :

وهى ما كان بين هذه وتلك .

ثانياً : التقسيم تبعاً لكيفية الإجراء :

وقد وضع فى هذا التقسيم اعتبار لخطوات الإجراء و العامل المقاس المرتبط بقيمة البروتين ونوعية الحيوان الذى تجرى عليه وأساليب القياس وغيرها.

وبذلك قسمت الطرق إلى أقسام رئيسية وفرعية وثانوية وهكذا.

تنقسم طرق التقييم أساساً إلى قسمين رئيسين هما:

الطرق المعملية:

وهى الطرق التي تتم فى المعمل اعتماداً على قياس خـــواص طبيعيـــة أو كيميائية للبروتين للدلالة على قيمته أو استخدام كائنات دقيقة وهذه الطـــرق لا يستخدم فيها الحيوان أو الطائر ولا تتم فيها تغذية حقيقية وتتميز هذه الطـــرق بالبساطة أو بالسرعة أو بهما معاً .

بعض هذه الطرق تعتبر مبدئية لا تحدد قيمة حقيقية للـــبروتين فى حـــين بعضها يعطى صورة جيدة ربما كانت فى بعض الأحيان من أدق طرق التقييم .

الطرق الحقلية:

وهى طرق تعتمد أساساً على تغذية البروتين المراد تقييمـــه للحيـــوان أو الطائر أو للإنسان وتختلف بعد ذلك وسيلة القياس التي يعبر عنها أو يستدل بهـــا على قيمه هذا البروتين ومعظم هذه الطرق معقدة ومكلفة إلا أنهمـــا أقـــرب إلى الواقع وأصدق دلاله عند التطبيق العملى .

وتنقسم المجموعة الرئيسية الأولى (كما فى الشكل التخطيطى رقم ١) إلى مجموعتين :

١- طرق تعتمد على الخواص الفيزيقية وتشمل طريقتين للتقييم :

أ- تقسيم لاند ساند ستروم

ب-معدل الذوبان

٢- طرق يتم فيها التحليل الكيميائى :

وهى تنقسم إلى أربعه مجموعات فرعية:

أ - **طرق تعتمد على تقدير الاحماض الامينية** : و تشمل ست طرق هى:

١ - الأحماض المحددة　　　٢- المقياس الكيمائى

٣- المقياس الكيمائى للغذاء　　　٤- دليل الأحماض الأمينية الضرورية

٥ - دليل الأحماض الأمينية الحرجة　　　٦- نسبه الأحماض الأمينية الضرورية إلى غير الضرورية .

ب-**طرق تعتمد على تقدير مركبات أخرى** وتشمل ١٠ طرق هى:

١ - البروتين الخام　　　٢- البروتين الحقيقى

٣- نسبه البروتين الحقيقى لغير الحقيقى　　　٤- قيمه اللايسين الحر

٥- الكبريت الكلي　　　٦- عامل تحويل الأزوت

٧- نسبه البروتين للطاقة　　　٨- النسبه الزلالية

٩- طاقه البروتين　　　١٠- المكافئ البروتينى

جـ -**طرق تعتمد على الهضم الإنزيمى** وتشمل طريقتين هما :

١- الهضم الخارجى　　　٢- حاصل هضم الببسين

د- طرق تعتمد على الأحياء الدقيقه وتشمل ثلاث طرق هما :

١- الهضم الميكروبى ٢- التقييم الميكروبى

٣ - القيمة الغذائية النسبية

وتنقسم المجموعة الرئيسية الثانية إلى تحت مجموعتين (شكل ٢)

(١) الطرق التى تستخدم معها علائق نقية

وتشمل ثلاث مجموعات فرعيه هى :

أ- طرق تقدر بقياس النمو وتشتمل على ٥ طرق هى:

١ - الكفاءة النسبية للبروين ٢- النسبة الصافية للبروتين

٣ - المعدل البروتيني ٤ - الكفاءة النسبيه للأزوت

ب-طرق تقدر بقياس ميزان الأزوت وتشمل ٨ طرق هى :

١- القيمة الحيوية ٢- البروتين المستفاد

٣- دليل ميزان الأزوت ٤- الاستفادة الصافية للبروتين

٥- الأزوت المستفاد النسبى ٦- كفاءة الاستفادة من البروتين

٧- المقنن الصاف للبروتين ٨- قيمة الإحلال للبروتين

جـ- طرق تقدر بقياس أزوت الجسم وتشمل ٤ طرق هى:

١- البروتين المحتجز ٢- الأزوت المحتجز النسبى

٣- القيمة الفعلية للبروتين ٤- الوحدات الصافية للبروتين

(٢) الطرق التى تستخدم معها علائق عادية

وتشمل مجموعتين فرعيتين هما :

أولا- طرق تستخدم معها نسب بروتين خاصة وفيها ثـــلاث طرق هي:

١- الكفاءة الكلية للبروتين   ٢- القيمة الإجمالية للبروتين

٣-الوحدات الإجمالية للبروتين

ثانيا- طرق تستخدم معها نسب بروتين غير محدده وتشـمل ثلاث مجموعات أخرى هى :

أ- ما يقاس فيها النمو وتشمل ٤ طرق

١- الكفاءة النسبية   ٢- الكفاءة التحويلية

٣- كفاءة البروتين   ٤- الدليل الأزوتى للنمو

ب - ما يقاس فيها ميزان الأزوت وتشمل ٤ طرق هى:

١- ميزان الأزوت   ٢- معامل الهضم

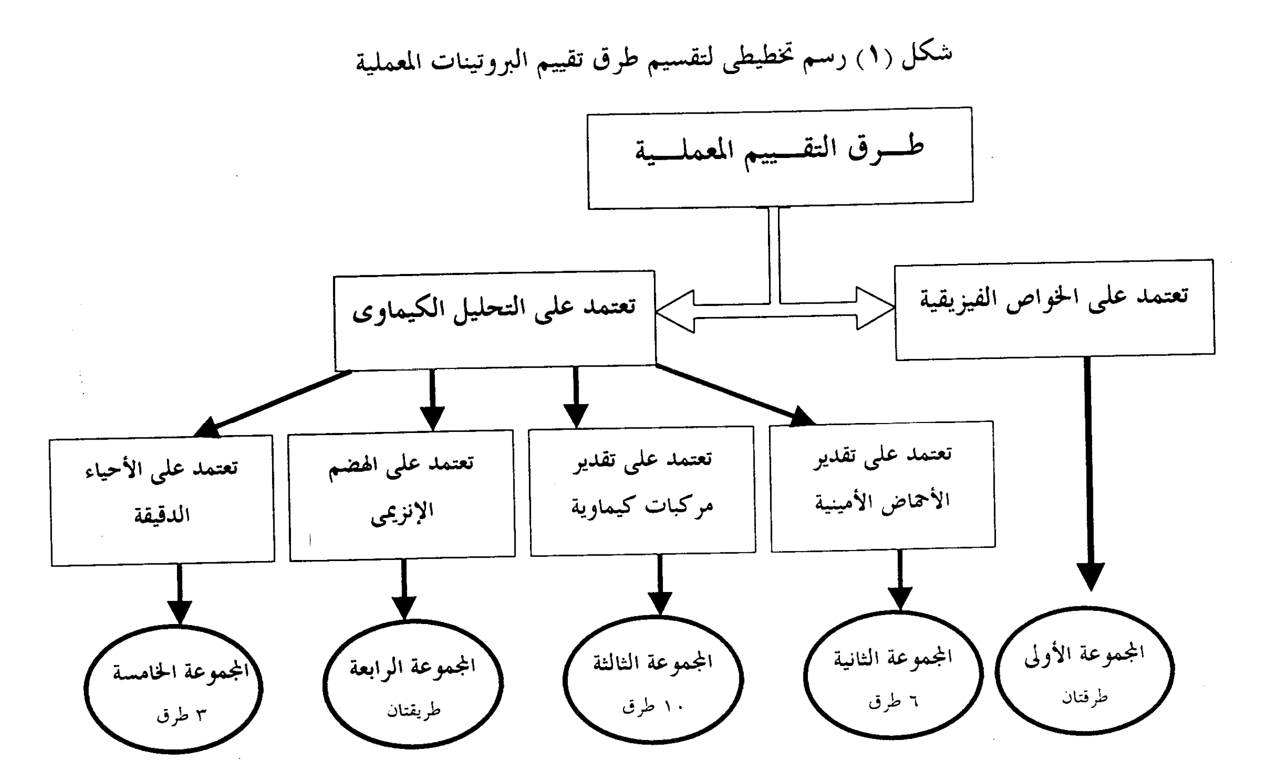
٣- ميزان الأزوت النسبى   ٤- القيمة الإنتاجية للبروتين

جـ ما تقدر فيها مواد مختلفة وتشمل ١٢ طريقة هى:

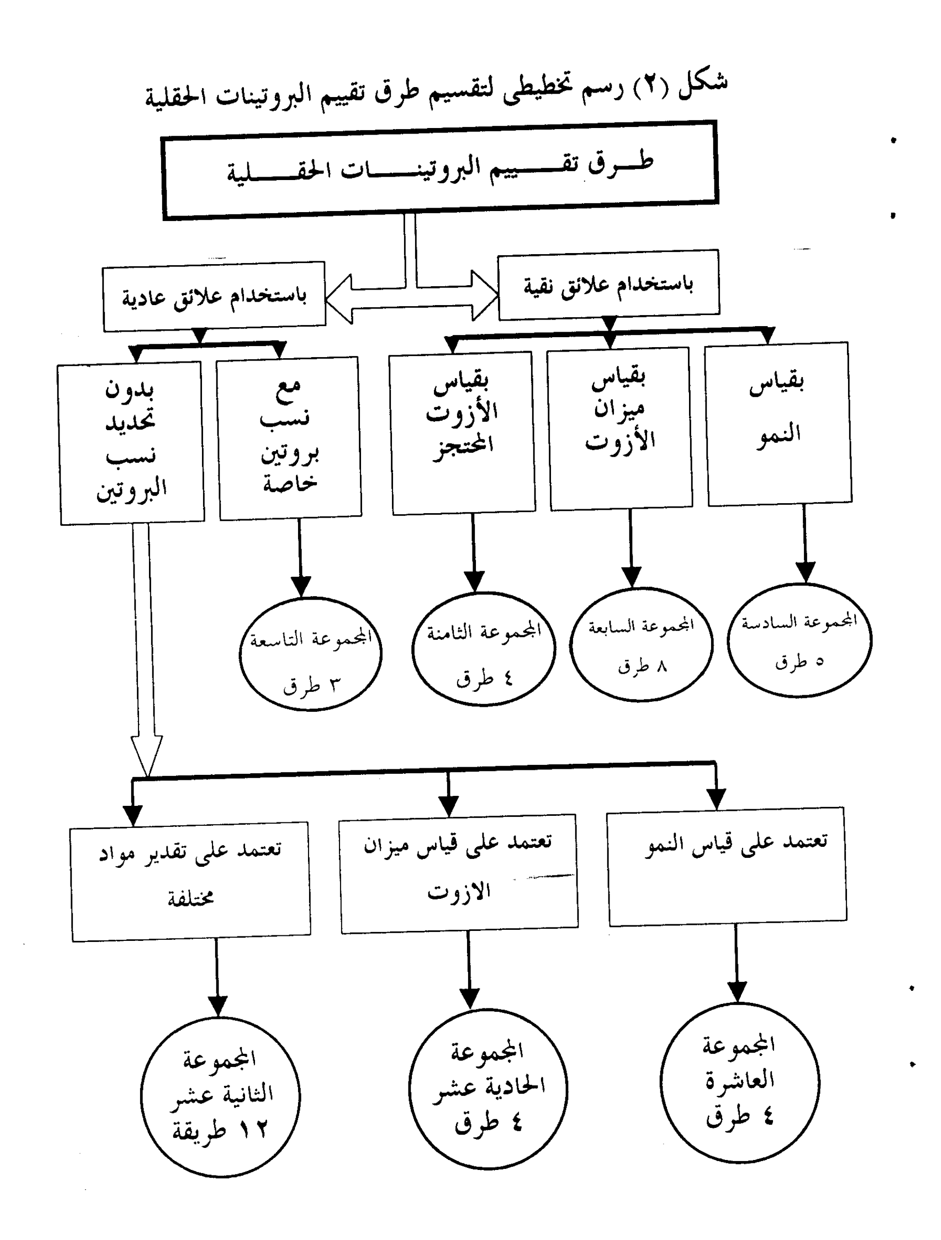
١- الأحماض الأمينية النافعه

٢- معامل الكرياتنين

شكل (١) رسم تخطيطى لتقسيم طرق تقييم البروتينات المعملية



شكل (٢) رسم تخطيطى لتقسيم طرق تقييم البروتينات الحقلية



٣- دليل الكرياتيين والطول

٤-نسبة الأحماض الضرورية إلى غير الضرورية

٥- نسبة الأحماض الضرورية فى البلازما

٦- قيمة امتلاء الجسم

٧- قيمة امتلاء الأليبومين والجلوبيولين

٨- قيمة امتلاء الهيموجلوبين

٩- قيمة امتلاء بروتين البلازما

١٠- قيمة امتلاء إنزيمات الكبد

١١- قيمة امتلاء بروتين الكبد

١٢- قيمة امتلاء RNA فى الكبد


الباب الثالث
طرق
التقييم
المعملية

الفصل الأول

(المجموعة الأولى)

الطرق التى تعتمد على الخواص الفيزيقية

(١) تقسيم لاند و ساند ستروم Lund- Sandstrom Fractionation

إجرى كل من Lund و Sandstrom تقســــيماً للبروتينــات ذات الأصل النباتى إلى خمسة أقسام تبعاً لخواص فيزيقية أهمها الذوبان فى المذيبــات و المحاليل المختلفة وهى كالأتى:

١- الألبومينات : وهى تذوب فى الماء

٢- الجلوبيولينات : وتذوب فى محلول كلوريد الصوديوم

٣- البرولامينات هى تذوب فى كحول الايثانول تركيز ٧٠%

٤- الجلوتيولينات : وهى تذوب فى المحاليل القلوية

٥- البروتينات غير الذابة : وهى ما تبقى بعد ذوبـــان الأجـــزاء السابقة من البروتين الكلي في الغذاء.

وكلما زاد الجزء الخامس غير الذائب كلما دل ذلك على انخفاض قيمـــة البروتين والعكس بالعكس وكذلك كلما زادت الجلوتيولينات (" الجزء الذائـــب فى القلويات) كلما زادت قيمة البروتين .

وفى البروتينات النباتية بصفة عامة تعتبر الجلوتيولينـــات أعلاهـــا قيمـــة

والبروتينات غير الذائبة أدناها قيمة فى حين تكون قيم الأجزاء الثلاثة الأخـــرى وسطاً بينهما .

وهذه الطريقة سهلة الإجراء بسيطة الخطوات سريعة النتيجة مــــع أنها تعطى صورة طيبة عن البروتين النباتى وهى لا تتطلب فصــــل الـــبروتين قبــل أجرائها بل يمكن معاملة المادة الغذائية بالمحاليل السابقة بعد طحنــــها جيــداً ثم تقدير الأزوت فى كل جزء منها ثم حساب البروتين .

(٢) معدل الذوبان Solubility

وهى طريقة شبيهة بالسابقة وتعتمد على إذابة البروتين المختبر فى محــاليل مختلفة وعمل علاقات ارتباطيه مع معدل ذوبان البروتين فى محلول ما وبين قيمته حسبما قدرت بطرق أخرى.

وتجرى عملية الإذابة عند درجة ٧ م° ويقدر البروتين الذائـــب فى كـــل محلول ويكون ذلك أحياناً دليلا كافياً للحكم على جودة البروتين وقد تجـــرى أكثر من عملية إذابة فى محاليل مختلفة لتستخدم كل منها فى تأكيد الأخرى .

١- الإذابة فى الماء:

يقدر الجزء من البروتين القابل للذوبان فى الماء كنسبة مئوية من الـــبروتين الكلى . وكلما زادت هذه النسبة كلما دل ذلك على فقر وانخفــاض جــودة البروتين . وهذا المقياس بهذه الكيفية غير صالح إلا للبروتينات النباتية حيـــث أن

البروتينات الحيوانية ترتفع فيها القيمة الغذائية بغض النظر عن ذوبانها فى الماء من عدمه.

٢-الإذابة فى محلول ملح الطعام :

ويستخدم لذلك محلول كلوريد الصوديوم النصف عيارى وتقدر النسبة المئوية للبروتين الذائب من البروتين الكلى كلما زادت هذه النسبة كلما دل ذلك على جودة البروتين.

٣- الإذابة فى حمض الهيدروكلوريك :

يستخدم لذلك محلول بتركيز ٦ عيارى وهو يعطى نتيجة مشابهة للمحلول السابق وخاصة مع الأكساب " كسب بذور القطن"

٤- الإذابة فى محلول الصودا الكاوية :

يستخدم لذلك محلول ايدروكسيد الصوديوم بقوة ٠,٢ أساس وكلما زادت هذه النسبة كلما زادت قيمة البروتين .

الفصل الثانى

(المجموعة الثانية)

الطرق التى تعتمد على تقدير مكونات كيميائية

١-البروتين الخام Crude Protein

ومعادلته:

$$\frac{\frac{100}{16}(TN)}{simple\ weight} \times 100 = \frac{6.25(TN)}{simple\ weight} \times 100 = CP\%$$

حيث:

CP% = النسبة المئوية للبروتين الخام

TN = كمية الأزوت الكلى فى العينة مقدرة بطريقة كلداهل . أختصار الـ Total Nitrogen .

وهى أبسط طرق تقييم البروتينات فى الأغذية وتعتمد على تقدير الأزوت بطريقة كلداهل ويضرب المحتوى الأزوتى فى عامل ثابت قدره ٦,٢٥ وهو عبارة عن مقلوب متوسط النسبة المئوية لمحتوى البروتينات من الأزوت وهى ١٦% .

ويعاب على هذا المقياس أنه يقوم على افتراض أن الازوت الموجـــود فى المادة الغذائية جمعيه يدخل فى بناء البروتينات وهذا غـــير صحيـــح فى جميـــع الأحوال كما أنه أيضاً يقوم على افتراض أن المادة الغذائية تحتوى علـــى عـــدد كبير متباين من أنواع البروتينات وهذا ايضاً افتراض غير صحيح دائما.

وبناء على الافتراض الأول يضرب رقم الأزوت الكلى فى مقلوب النسبة المئوية لمتوسط محتوى البروتينات من الازوت كما أوضحنا فى حين أننا نعلـم أن بعض هذا الأزوت يوجد فى المادة الغذائية على صور أخرى بسيطة مـــن غـــير البروتينات مثل النترات والاميدات واليوريا وغيرها.

وبناء على الافتراض الثانى نتخذ العامل الذى نرفع به رقـــم الأزوت إلى البروتين كمتوسط عام لكافة أنواع البروتينات فى حين انه قد يكـــون محتـــوى المادة الغذائية المعينة قاصراً على أنواع قليلة من بروتينات عاليـــة فى الأزوت أو منخفضة فى الازوت .

ويستخدم هذا المقياس للدلالة على قيمة البروتين بشكل مبدئى بسـيط فى العلائق الخشنة والفقيرة فى البروتين التي تقدم للمجترات وحيوانـــات المزرعـــة الكبيرة مثل الأتبان والقش ومخلفات المزرعة والدريس وغيرهـــا ، وذلـــك لأن الأزوت الكلى فى مادة العلف جميعه يمكن الاستفادة منه فى بناء بروتين الأحيـاء الدقيقة فى القناة الهضمية لهذه الحيوانات ومن ثم يكون هذا المقياس منها أقـــرب إلى الحقيقة.

٢ - البروتين الحقيقى True Protein

$$TP\% = \frac{\frac{100}{16}(TN - NPN)}{Simple\ weight} \times 100 = \frac{6.25(TN - NPN)}{Simple\ weight} \times 100$$

حيث:

TP % = النسبة المئوية للبروتين الحقيقى

TN = كمية الأزوت الكلى فى العينة مقدرة بطريقة كلداهل.

NPN = (الأزوت الذائب أو غير البروتينى Non- Protein Nitrogen)

وتعتمد هذه الطريقة على تقدير الأزوت الداخل فقط فى بناء البروتينات فى مادة العلف ، ويتم بمعاملة عينة منها بعد طحنها جيداً بمرسها مع أحد مرسبات البروتين وغالباً ما يستخدم لذلك ثلاثى كلوروحمض الخليك Trichloroacetic acid أو حمض التنجستيك أو ملحه الصوديومى فتجمع البروتينات على شكل معقدات كريه دقيقة يمكن حجزها فوق نظام ترشيحى مناسب " قد يستخدم ورق ترشيح رقم ٥٠ وعمل الترشيح تحت تفريغ باستعمال أقماع بوخنر " ثم يقدر الأزوت غير البروتينى Non-Protein Nitrogein ويضرب الناتج فى ٦,٢٥ وينسب إلى وزن العينة.

ويناسب هذا المقياس الحكم على الأعلاف والعلائق التى نقدم للطيور أو الإنسان إلا أنه قد وجد بالممارسة العملية أن معظم مواد العلف وخاصة فى الأعلاف الطبيعية للطيور أو فى أغذية الإنسان يكون الفارق بين هذا المقياس والذى يسبقه بسيطاً.

وغالباً ما يكون الجزء الذائب من الأزوت والـــذى لا يدخـــل فى بنـــاء البروتين هو الأزوت الداخل فى بناء الأحماض الأمينية الحرة التي تكون موجـــودة على حالتها هذه في المادة الغذئية أو تكون قد تحللت بفعل الإنزيمات أو بفعـــل بعض الأحياء الدقيقة وجميعها عالية القيمة وسهلة الامتصاص ويمكن للجســـم الاستفادة منها ، ومن ثم شاع استخدام المقياس الأول حتى لدى المشتغلين بهـــذا القطاع من التغذية

٣- نسبة البروتين الحقيقى لغير الحقيقى :

$$\frac{TN - NPN}{TN} \times 100 = \quad \text{او} \quad \frac{\mathbf{TP}}{\mathbf{CP}} \times 100 = \mathbf{TP / CP\%}$$

حيث:

TP = البروتين الحقيقى

CP = البروتين الخام

TN = الأزوت الكلى

NPN = الأزوت غير البروتيني

والنسبة المئوية للبروتين الحقيقى من البروتين الخام وهو تعطـــى فكـــرة واضحة عن طبيعة الأزوت فى مادة العلف أو المادة الغذائية.

ويعتبر هذا المقياس طريقة للاستفادة من المقياسين السابقين إلا أن أهميـــه تظهر فى الدلالة على ما يمكن أن يكون قد تعرض له البروتين من تحلل مـــائى بفعل الأحماض أو الإنزيمات أو الأحياء الدقيقة وبالتالى كلما قل هذا الرقم كلما

دل ذلك على انخفاض قيمة البروتين وخاصة فى غـــذاء الطيـــور أو فى طعـــام الإنسان وكلما دل ذلك أيضاً على تعرض البروتين إلى فعل التحلل .

(٤) المكافئ البروتينى Protein Equivelent:

$$P\ eq. = \frac{TP + CP}{2} = \frac{6.25(TN - 0.5NPN)}{Simple\ weight} \times 100$$

حيث :

Peq = المكافئ البروتينى

TP = البروتين الحقيقى

CP = البروتين الخام

TN = الأزوت الكلى

NPN = الأزوت غير البروتينى (الذائب)

ويعطى هذا المقياس قيمة اكثر واقعية من المقياسين الأول والثـــانى مـــن هذه المجموعة وكأنه يأخذ المتوسط الحسابى لهما وهو يعنى أعتبار أن الــــبروتين الحقيقى كله يمكن الاستفادة منه فى حين يمكن الاستفادة من نصــــف الأزوت الغير بروتيني فى بناء البروتين وهذا المقياس يضع فى الاعتبار قيمـــــة الأحمـــاض الأمينية الحرة فى المادة الغذئية والتى يمكن أن تدخل مباشرة فى بناء الـــبروتين فى حين أنها تظهر من الناحية الكيميائية على أنها مواد غير بروتينية . ويحدث ذلـك فى أنواع السيلاج المختلفة وفى الأعلاف الخضراء كما أنه يعتبر مقياساً جيـداً فى

أطعمة الإنسان النباتية الطازجة كالفاكهة وعسل النحل .

تطبيقات على المقاييس الأربعة السابقة:

يمكن حساب قيمة المقاييس الأربعة بتقدير كل من : الأزوت الكلى والأزوت الذائب فلو كانت هنا مادة علف أخذت منها وزنه قدرهـ ٠,٤١٧٨ جرام . وقدر بها الأزوت الكلى والذائب فكان على الترتيب ٠,٠١٩٢ جرام و ٠,٠٠٧٣ جرام ، فيمكن حساب المقاييس الأربعة كالأتى:

١- البروتين الخام = $100 \times \frac{6.25(TN)}{simple\ weight}$

$= 100 \times \frac{6.25 \times 0.0192}{0.4178} = 28.72\,\%$

٢- البروتين الحقيقى = $\frac{6.25(NPN - TN)}{Sample\ weight} \times 100$

$= \frac{6.25(0.0192 - 0.0073)}{0.4178} \times 100$

$= \frac{6.25 \times 0.0119}{0.4178} \times 100 = 17.8\,\%$

٣- نسبة البروتبين الحقيقى لغير الحقيقى = $\frac{TP}{CP} \times 100$

$= \frac{17.8}{28.72} \times 100 = 61.98\,\%$

أو = $\frac{TN - NPN}{TN} \times 100 = \frac{0.0119}{0.0192} \times 100 = 61.98\%$

٤- المكافئ البروتينى = $\frac{CP - TP}{2} = 100 \times \frac{0.0119}{0.0192} = 23.26\%$

أو = $100 \times \frac{6.25\,(TN - \frac{NPN}{2})}{Sample\ weight} = 100 \times \frac{CP - 3.125(NPN)}{sample\ weight}$

$$= \frac{6.25(0.0192 - \frac{.0073}{2})}{0.4178} \times 100 = \frac{6.25 \times 0.0155}{0.4178} \times 100 = 23.26\%$$

(٥) عامل تحويل الأزوت:Nitrogen-Conversion factor

ومعادلته هى :

$$\text{N-C factor} = \frac{\text{كمية البروتين الحقيقى}}{\text{كمية الأزوت الداخل فى}}$$

لعلنا نذكر أنه فى المقاييس الأربعة الأولى من هذه المجموعة كنا نفـــترض أننا نتعامل مع خليط من البروتينات الطبيعية ولما كانت هذه البروتينات تتبـــاين قليلاً فى محتواها من الأزوت فقد أجريت دراسات إحصائية دلـــت علـــى أن متوسطات نسبة الأزوت فى جزئ البروتين تدور حول ١٦% فـــاتخذت هـــذه النسبة عاملاً مشتركاً عند حساب البروتين بتقدير كمية الأزوت.

لكن دلل كل من Jones[١] سنة ١٩٣١ وايده Watt و Merrill [٢] سنة ١٩٥٥ على أن هذا العامل يمكن أن يدل بطريق غير مباشر علـــى قيمـــة البروتين والجدول (٣) يعطى لنا فكرة عن ذلك خلال استعراض ذلك العامل فى أنواع شائعة ومعروفة من البروتينات طبقاً لما نشره Jones سنة ١٩٣١ .

ونشر Carmpton[٣] سنة ١٩٥٦ جدولاً أخر رقم (٤)

ونشر Oser [٤] سنة ١٩٦٥ جدولاً ثالثاً رقم (٥)

ويتضح لنا من ذلك أنه لا يوجد اتجاهاً موحداً أو ارتباطاً توافقياً ظـــاهراً بين قيمة البروتينات وأرقام تحويلها لكن يمكن استخلاص الدلائل التالية من هذه البيانات .

(١) أن أفضل أنواع البروتينات هو ما كانت نسبة الأزوت فيــها ١٦% (اى عامل ٦,٢٥أزوته)وقد ظهر ذلك واضحاً من جدول Carmpton رقـــم (٤) وهو عامل البيض واللحم فى جدول Jones رقم (٣) كما أنه رقم بروتينـــات الدم فى جدول Oser رقم (٥)

٢- كلما زاد هذا العامل فى البروتينات الحيوانية كلما كان البروتين أكثر قيمـــة

---

1 - Jones,D.Brese, Factors for convering percentages of nitrogen in foods and feeds into percentages of protein, U.S.D.A. Circular No.193(1931).

2- Merrill,A.I. and Watt,B.K.,Agric. Handbook No. 74 A.R.S. U.S.D.A.,(1955) Washigton,D.C.

3- Carmpton, E.W., Applied animal nutrition,W.H.Feeman and Co. San Francisco, (1956) p 50

4- Oser, B.L., Hawk's Physiological chemistry. 14th ED. The Blackiston Division, McGraw Hill Book Co. New York.(1965) P 132.

عندما يغذى للثدييات لكن تقل قيمتة الى حد ما إذا غذيت عليه الطيور ولذلك نرى عامل بروتينات الألبان عموماً أعلى من ٦,٢٥.

٣- فى البروتينات النباتية كلما تباعد عاملها عن ٦,٢٥ كلما قلت قيمته

جدول(٣)

النسبة المئوية للأزوت فى البروتين فى بعض الأطعمة الشائعة

نوع الغذاء	النسبة المئوية للأوزت فى البروتين	مقلوب النسبة (عامل التحول)
دقيق القمح	١٧,٥	٥,٧٠
ردة القمح	١٥,٨	٦,٣١
الشعير	١٧,٢	٥,٨٣
الذرة	١٦,٠	٦,٢٥
كسب بذرة القطن	١٨,٩	٥,٣٠
كسب بذرة الكتان	١٨,٩	٥,٣٠
الفول السودانى	١٨,٣	٥,٤٦
اللبن	١٥,٨	٦,٣٨
البيض	١٦,٠	٦,٢٥
اللحم	١٦,٠	٦,٢٥
الجيلاتين	١٨,٠	٥,٥٥

عن (١٩٣١ , Jones[١]

١ مرجع سبق ذكره

جدول (٤)

النسبة المئوية الأزوت فى البروتين فى مجموعات الأعلاف الرئيسية

مجموعة العلف	النسبة المئوية للأزوت فى البروتين	مقلوب النسبة (عامل التحويل)
بروتينات الأكساب	١٨,٥	٥,٤١
بروتينات الحبوب	١٧,٠	٥,٨٨
بروتينات الأوراق النباتية	١٥,٠	٦,٦٧
البروتينات الحيوانيةوالاسماك	١٦,٠	٦,٢٥

عن Carmpton,1956 [1]

٦-النسبة الزلالية (النسبه الغذائية) Nutrition Ratio

$$NR = \frac{\text{الكربوهيدرات المهضومة} + ٢,٢٥ (\text{الدهون المهضومة})}{\text{البروتين المهضوم}}$$

وهو مقياس يستخدم فى تقييم علائق المجترات من حيث ما تحتويه من بروتين وعلاقته بالمواد المولدة للطاقة ويمثل هو والمقاييس الأربعة التالية المقاييس التى يرتبط فيها البروتين بالطاقة.

[1] -مرجع سبق ذكره

جدول (٥)

النسبة المئوية للأزوت فى بروتين بعض البروتينات

الغــــذاء	N% فى البروتين	عامل التحويل	ملاحظات
بروتينـــــات نباتيـــــة			
الجلياديني	١٧,٦٦	٥,٦٦	—
الزاين	١٦,٢٠	٦,١٧	خالى من اللايسين
جلوتين الذرة	١٢,٧	٧,٨٧	
بروتين الفول السودانى	١٠,٨	٩,٢٦	
بروتين فول الصويا	٧,٩	١٢,٦٦	
بروتينـــــات حيـــــوانية			
الجيلاتين	١٨,٠	٥,٥٦	خالى من التربتوفان
مخلوط بروتينات اللبن	١٥,٢٠	٦,٥٨	
الكازين	١٥,٦٣	٦,٤٠	
جلوبيولين اللبن	١٥,٦٠	٦,٤١	
مخلوط بروتينات البيض	١٤,١	٧,٠٩	
البيومين البيض	١٥,٧٦	٦,٣٥	
البيومين الدم	١٦,٠	٦,٢٥	
جاما . جلوبيولين	١٦,٠	٦,٢٥	
الفيرين والفبريتوجين	١٦,٩	٥,٩٢	
البيسين	١٤,٦٥	٦,٨٣	
السالمين	٣١,٥٢	٣,١٧	

عن Oser. ١٩٦٥[١]

[١] - مرجع سبق ذكره

جدول (٦)

محتوى الأحماض الأمينية من الأزوت والمكافيئات البروتينية والطاقة القابلة للتمثيل

الأحماض الامينية	عامل التحويل الى بروتين	نسبة الأزوت %	المكافئ(**) البروتيني جرام /١٠٠ جرام من الحمض الأميني	الطاقة القابلة(*) للتمثيل (Kcal/Kg)
Alanine	٦,٣٦	١٥,٧٢	٩٨,٢٥	٣٠٦٠
Arginine	٣,١١	٣٢,١٦	٢٠١.-	٢٩٤٠
Asparagine	٤,٧٢	٢١,٢٠	١٣٢,٥٠	١٧٦٠
Asparatic acid	٩,٥١	١٠,٥٢	٦٥,٧٥	٢٠٢٠
Cystine	٨,٥٧	١١,٦٦	٧٢,٨٨	٢٠٦٠
Glutamic acid	١٠,٥٠	٩,٥٢	٥٩,٥٠	٢٨٨٠
Glutanine	٥,٢٢	١٩,١٧	١١٩,٨١	٢٦٣٠
Glycine	٥,٤٠	١٨,٦٦	١١٦,٦٢	١٥٧٠
Histidine	٣,٦٩	٢٧,٠٨	١٦٠,٢٥	--
Iso leucine	٩,٣٦	١٠,٦٨	٦٦,٧٥	٥٦٥٠
Leucine	٩,٣٧	١٠,٦٧	٦٦,٦٩	٥٦٤٠
Lysine	٥,٢٢	١٩,١٦	١١٩,٧٥	٤٦٠٠
Methionine	١٠,٦٥	٩,٣٩	٥٨,٦٩	٣٦٨٠
Phenylalanine	١١,٧٩	٨,٤٨	٥٣,٠٠	٦٠٣٠
Proline	٨,٢٢	١٢,١٧	٧٦,٠٦	٣٩٨٠
Serine	٧,٥٠	١٣,٣٣	٨٣,٣١	٢٢١٠
Threonine	٨,٥٠	١١,٧٦	٧٣,٥٠	٣١٥٠
Tryptophan	٧,٢٩	١٣,٧٢	٨٥,٧٥	٥٤٦٠
Tyrosine	١٢,٩٤	٧,٧٣	٤٨,٣١	٥٢٤٠
Valine	٨,٣٦	١١,٩٦	٧٤,٧٥	٤٩٩٠

* مع الوضع فى الاعتبار أن معامل الهضم ١٠٠% وأن الحمض الأمينى ينتهى الى حمض اليوريك
** النسبة بين محتوى الحمض من الأزوت الى المتوسط العام للبروتين وهو ١٦%

وقيمة هذا القياس لا تدل بصفة مطلقة على قيمة أو نوعية البروتين ولكنها تدل على مدى مناسبته لنوعية معينة من الحيوانات فى ظروف إنتاجية معينة

٧- نسبة البروتين لطاقته Protein-Energy Ratio

وهو نفس فكرة المقياس السابق و قريب من قيمته و معادلته هى :

$$\frac{\text{Protein \%}}{\text{Non – Protein Calories}} = \text{P-E Ratio}$$

وهذا المقياس والذى يسبقه يضعان فى الاعتبار أن قيمة البروتين تتأثر بطاقة الغذاء أى بالطاقة الموجودة فى الغذاء فى غير البروتين فلو فرضنا مثلا أن حيواناً يحتاج ٣٠,٠٠٠ كالورى و ٦٠٠ جرام بروتين فإذا لم نقدم لهذا الحيوان سوى ٥٠٠ جرام بروتين بدون مواد دهنية او الكربوهيدراتية فلو كانت قيمته ١٠٠% لكان من المفترض أنه سوف يستفيد منها جميعاً فى بناء جسمه ومن ثم يكون ميزان أزوتيه موجباً إلا أن الحقيقة أنه سيكون ذو ميزان أزوت سالب فسوف يهدم بروتين ودهن جسمه بالإضافة إلى هدمه لجزء كبير من هذا البروتين المقدم إليه لإنتاج الطاقة.

لذلك لا تتم الاستفادة الحقيقية من البروتين إلا فى وجود الاحتياجات المناسبة من الطاقة ومن هنا برز هذا المقياس والذى يسبقه والذى يليه وفى جدول (٧) يتضح أنه يجب توازن الطاقة والبروتين فزيادة الطاقة تحتاج إلى زيادة البروتين والعكس بالعكس .

ويلاحظ أنه لكى تظل نسبة البروتين للطاقة ثابتة وبالتالى تكون التغذيـــة مناسبة يجب أن يزيد البروتين ١% كلما زاد محتوى الغذاء من الدهن ٤%.

جدول (٧)

نسب الطاقة للبروتين

الدهن فى العليقة %	البروتين فى العليقة %	الكربوهيدرات فى العليقة %	الطاقة من الدهن%	الطاقة من البروتين %
١	١٤,٥	٦٩,٥	٢,٦	١٧
٩	١٤,٥	٦١,٥	٢٠,٣	١٥
٢٥	١٤,٥	٤٥,٥	٤٨,٥	١٢
١	١٤,٥	٦٩,٥	٢,٦	١٧
٩	١٦,٥	٥٩,٥	٢٠,٣	١٧
٢٥	٢٠,٥	٤٠,٥	٤٨,٥	١٧

٨- نسبة الطاقة للبروتين C/P Ratio

Calorei-Protein Ratio

$$C/P\ ratio = \frac{ME}{CP\%}$$

حيث:

ME = الطاقة القابلة للتمثيل فى الدواجن

CP% = النسبة المئوية للبروتين الخام .

ويستخدم هذا المقياس مع الدواجن

٩- طاقة البروتين Protein Calories

وتسمى أيضاً الطاقة الممثلة للبروتين ومعادلتها هى:

الطاقة الممثلة للبروتين = الأزوت × ٦,٢٥ × ٤= الأزوت × ٢٥

وينبع هذا المقياس من حقيقة أن الأحماض الأمينية عند احتراقها ألى طاقـة فإنها تختلف عن بعضها البعض فى مقدار الطاقة المنطلقة منها و بالتالى فان هـــذا المقياس مع انه يبدو وكانه مقياس للطاقة إلا أنه يحدد بطريق غــــير مباشـــر أى الأحماض الأمينية أكثر سيادة فى هذا البروتين إذ أن لكل نوعيه من الأحمـــــاض الأمينية طاقته الخاصة.

وتتوقف الطاقة الكلية المنبعثة من الحامض الأميني على حسب النسبة بـين كمية الكربون والأيدرجين إلى كمية الأوكسجين فيه . فمثلاً الحامض الأمينـي جلوتاميك والذى تكون فيه هذه النسبة ضيقه يعطى ٥٤٢,٤ كيلو كـــالورى ولما كان وزنه الجزيئي هو ١٤٧,١٣ و تكون الطاقة الموجودة فى ١ جم منـــه هى :

$$\frac{542.4}{147.13} = 3.69$$ كيلوكالورى

اما الحمض الامينىّ الالانين و الذى تكون النسبة السابقة فيه واسعة فـلن الطاقة المنبعثة من وزن جزئ واحد منه هى ٣٨٧,٧ كيلوكالورى فى حـــين ان الوزن الجزيئى له هو ٨٩,٩ جرام فقط و بذلك تكون الطاقة الموجـــودة فى ١

جم منه هى $\frac{387.7}{89.9}$ = ٤,٣١ كيلوكالورى.

وإذا كان المتوسط العام لطاقة البروتين هى ٤,١٠ كيلو كالورى علمنا أن تقدير الطاقة الفعلية للبروتين تبين نوعية الأحماض الأمينية السائدة فيه .

١٠-الكبريت الكلى Total Salfer

أول من استخدم هذا المقياس كان ميللر ونيا سمث[1] سنة ١٩٥٨ ومن الطبيعى أن نعرف أهمية كل من حمضى الميثايونين والستين فى التغذية وبالتالى فى تحديد قيمة البروتين وقد تبين فى دراسة وتقييم العديد من البروتينات أن قيمة البروتين تحدد بمقدار ما يحتويه من الميثايونين والسستين والتى نسميها الأحماض الأمينية المحتوية على الكبريت أو الأحماض الأمينية الكبريتية .

وبالتالى كان تقدير الكبريت - وهو تقدير بسيط سهل يتم خلال دقائق معدودة - يمكن أن يعطى صورة مناسبة لقيمة هذا البروتين .

ويعاب على هذه الطريقة أن لبعض البروتينات التى تعتبر بروتينات ذات قيمة منخفضة مثل الكيراتين فى القرون والشعر والأظافر والريش والصوف تحتوى على نسبة عالية من الكبريت ومع ذلك فإن قيمتها كبروتينات منخفضة للغاية إلا أنه باستثناء هذا التحفظ يعتبر هذا المقياس البسيط مناسباً إلى حد كبير لتقييم البروتينات النباتية .

1- Miller, D.S. and Naismith ,D.J.; Nature, Land.,182:176 (1955).

١١ - قيمة اللايسين الحر (ALV) Available Lysine Value

و هو النسبة المئوية للبروتين المحتوى على اللايسين القابل للاســـتفادة إلى البروتين الكلى فى الغذاء . وكان كاربنتر[1] سنة ١٩٦٠ أول من نشــــر هــــذه الطريقة.

وهذا المقياس يجرى بطريقة كيميائية باستخدام مادة تسمى فلـــورو داى نيترو بترين (FDNB) Fluorodinitrogbenzene وحيث تعامل العينة المطحونـــة بهذه المادة فترتبط مع المجموعات الحرة للأمونيا الموجودة فى جــــزئ الـــبروتين مكونة مركباً ملوناً ثم يحلل البروتين بواسطة حمض قوى HCl ٦ عيارى مثـــلاً ثم تغسل المركبات الملونة للأحماض الأمينية الأخرى بواسطة الأيثــــير ويقـــدر اللايسين فى المركب الملـــــون المتبقـــى بواســـطة أجـــهزة لتقديـــر اللـــون Spectrophotometer وتحسب كنسبة مئوية من البروتين الكلى (جـــــم| ١٦ جم نيروجين).

وهذه الطريقة مناسبة للبروتينات الحيوانية ولا تعطى صورة حقيقيـــــة فى البروتينات النباتية والسبب فى ذلك أنها تتوقف على مقدار التغيير الذى حـــدث للحمض الأمينى اللايسين نتيجة لعمليات التصنيع أو التسخين بالنسبة لمســـاحيق الأسماك واللحوم كما أن اللايسين فى البروتينات النباتية هو الحمـــــض الأميـــنى المحدد الأول فى حين يكون فى البروتينات الحيوانية مثله مثل الأحماض الأمينيـــــة الضرورية متوفراً فاى نقص فى المستفاد منه يؤثر على قيمة البروتين ويعبر هـــذا

[1]- Carpenter, K.J.; BioChem.J. 77:604 (1960).

المقياس عن مقدار السوء الذى لحق بها من جراء التعقيم او التصنيع .

وقد نشر أنور سنة ١٩٧٧[1] أن هناك ارتباطاً توافقياً بين محتويات جميع البروتينات ذات الأصل الحيوانى من اللايسين الحر (ALV) وبين القيمة الإجمالية للبروتين لها .

وقد وجد يوين ومساعديه سنة [2] ١٩٦١ ارتباطا واضحاً بين قيم اللايسين الحر "ALV" والاستفادة الصافية (NPU) للعديد من البروتينات الحيوانية الأصل كما يوضح شكل (٣) .

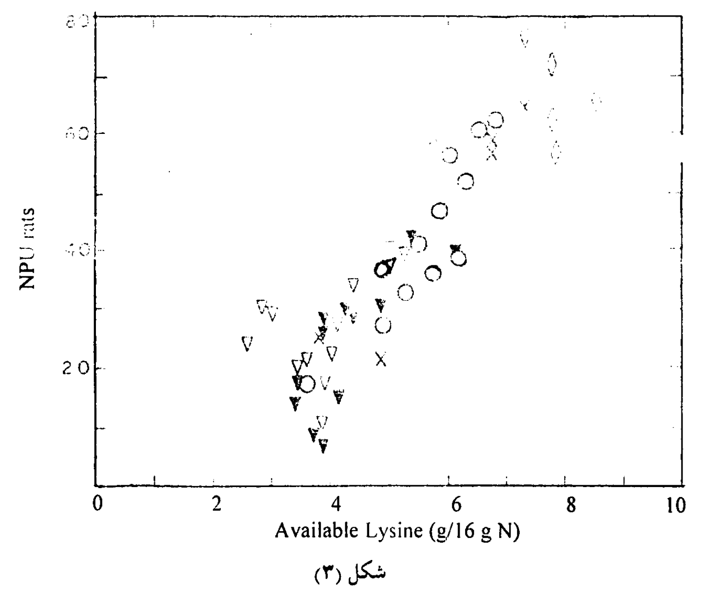
وتظهر أهمية تقدير (ALV) إذا علمنا أن دمج وإتلاف جزء من البروتينات أثناء التسخين أو التصنيع لا يمكن إظهاره بالتحليل الكيميائى للأحماض الأمينية وبالتالى يكون تقييمه بالاعتماد على المحتوى من الأحماض الأمينية تقيماً خاطئا ، فعلى سبيل المثال يظهر جدول (٨) الفرق بين المقاييس المختلفة فى مساحيق ألبان مصنعه بطرق مختلفة.

إلا أن طريقة قياس اللايسين الحر تعطى نتائج مضلله مع بروتين السمك فى مركزاتة ويرجع ذلك إلى أن التأثر فى مسحوق السمك يكون على الميثايونين أكثر منه على اللايسين .

---

[1] احمد أنور (دكتور) – تغذية الدواجن – الجهاز المركزى للكتب الجامعية والمدرسية والوسائل التعليمية طبعة ١٩٧٧ ص ٧٦

[2] - Boyne , A. w . , Carpenter , K . J . and wooclham, AA.; J . Sci . Food Agric . , 12 : 832 (1961) .



شكل (٣)

العلاقة التوافقية بين قيمة اللايسين الحر و القيمة الصافية للبروتين

O مسحوق لحم كامل ◊ بدرة لحم للاستهلاك الادمى × مسحوق سمك

∇ زوائب سمك ♥ مسحوق لحم

جدول (٨)[١]

اللايسين المقدر فى اللبن (جرام لايسين/ ١٠٠ جم بروتين لبن)

المعاملة	اللايسين الكلى[٢]	تجارب على الفئران [٣]	بطريقة إنزيمية[٤]	بطريقة FDNB[٥]
لبن مجفف بطريقة الرزاز	٨.-	٨,١	٨,٣	٨,٢
لبن مجفف بالتبخير	٧,٦	٦.١	٦,٢	٦,٤
لبن مجفف بالاسطوانة الدوارة (ببطء)	٦,٨	٤.-	٤,٥	٣,٨
لبن مجفف بالاسطوانة الدوارة (العادية)	٦,١	٢.-	٢,٣	١,٩

---

[1] NRC , Cvaluation of pnten quality . Publication 1100, March 1963 P . & 9

[٢] تحليل كيماوى بعد التحلل الحمضى

[٣] تبعا لطريقة Gupta ومساعديه سنة ١٩٥٨

Gupta , J. D. , Dakroury, A. M . , Harper , A. E. , Elvehgem, C. A., J . Natrition 64:253 (1958) .

[٤] بالهضم invetro تبعاً لطريقة مايرون ومساعديه سنة ١٩٥٥

Mauron , T. Mottu , F . Bujard, E., and Egli,R.H. Arch – Bioclem- Biophuys. 59:433 (1955) .

[٥] تبعا لطريقة Carbenter , K. J . Biochem . J. 77 : 654 (1962)

(المجموعة الثالثة)

الطرق التى تعتمد على تقدير الأحماض الأمينية

هذه المجموعة من الطرق تعتمد على مقارنة الأحماض الأمينية فى البروتين المراد اختباره بالنموذج الذى يمكن أن نتصوره عن البروتين المراد بناؤه داخل جسم الحيوان الذى سوف يغذى على هذا البروتين .

ولو أمكننا تقدير الأحماض الأمينية بدقة ومعرفة البروتين المراد بناؤه داخل جسم الحيوان بدقة لكانت هذه المقارنة هى أصدق حكم يمكن أن نتصوره عن تقييم البروتين لكن هذا هدف صعب المراد .

ولأن الصورة المثالية للبروتين (ما دمنا لا نتمكن من معرفة البروتين المخلق حقيقة) يمكن يختلف فيها وبسببها الحكم النهائى ولأن المقارنة يمكن أن تتم بكيفيات كثيرة لذلك أمكن تصميم عدة طرق تحت هذه المجموعة كل منها لها مميزاتها وعيوبها وكل منها يناسب ظروف معينه لا تناسب غيرها .

وما يجب أن نذكره الآن - كما سبق أن أشرنا سابقاً فى الباب الأول - أن الأحماض الأمينية الضرورية فقط أو التى يمكن أن تكون ضرورية هى التى يضعها فى الاعتبار عند تقييم البروتينات بهذه الطرق ولا يخفى علينا أن الأحماض الأمينية غير الضرورية يمكن للجسم تخليقها وبالتالى فإن الاستناد إليها فى التقييم لا أساس له فما يوجد منها فى بروتين الغذاء قد يتحول الى غيره فى الجسم أو

قد يضاف إليه من الأحماض أضعاف كميته الموجودة بالغذاء قد يتحـــول عـــن طريق التخليق الداخلى من الكربوهيدرات أو الدهون أو حتى مـــن الأحمـــاض الأمينية الأخرى.

وقبل أن نتعرض لهذه الطرق تفصيلاً نتحدث عـــن الدواليـــب المثاليـــة للبروتين التى يمكن أن يقاس عليها البروتين المختبر وطرق التعبير عـــن تناســـب الأحماض الأمينية فى هذه الدواليب.

أولاً
طرق التعبير عن نسب الأحماض الأمينية فى الدواليب المعيارية

(أ) النسبة الوزنية للبروتين :

وفيها يعبر عن محتوى البروتين من الأحماض الأمينيـــة منســـوباً إلى وزن البروتين أو بمعنى أخر كنسبة لمجموع الأحماض الأمينية الكليـــة ويتـــم ذلـــك بطريقتين :-

الأولى : كنسبة مئوية يعبر عنها كالأتى

gm. amino acid per 100 gram protein

أو

gm. amino acid per 16 gram Nitrogen

حيث أن كل ١٠٠ جرام بروتين تحتوى فى المتوسط ١٦ جم أزوت .

الثانية : كنسبة فى الألف ويعبر عنها كالاتى:-

mg. amino acid per gm. protien

٢-النسبة الوزنية إلى المادة الغذائية :

وفيها يعبر عن محتوى الأحماض الأمينية منسوباً الى وزن المادة الغذائيـــة ويتم ذلك بضرب النسبة السابقة (المئوية أو فى الألف) فى نسبة الـــبروتين فى المادة الغذائية.

(أ) النسبة المعيارية لأحد الأحماض الأمينية :

وفيها يؤخذ محتوى أحد الأحماض الأمينية فى بروتين المادة المختبرة وفى الدولاب المقاس إليه كوحدة وتنسب بقية الأحماض الأخرى إليه وميزه هـــذه الطريقة فى التعبير أنها تعطى أرقاماً وقيماً واحدة سواء كانت القيم محسوبة لوزن البروتين أو لوزن المادة الأصلية وسواء كانت محسوبة كنسبة مئوية أو كنسبة فى الألف وعادة ما يؤخذ أقل الأحماض الأمينية محتوى فى البروتين كوحدة للقيــاس مثل التربتوفان أو الثريونين لتكون الأرقام المحسوبة أكثر من الواحد الصحيــح. ويشترط عند المقارنة أن يكون الحمض الأميني كوحدة فى الـــدولاب المــراد المقارنة به .

(ب) النسبة الجزئية :

وفيما يعبر عن الأحماض الأمينية بعدد الأوزان الجراميه لكل وحدة مـــن

الأوزان أو لكل وحدة من البروتين وهذه الطريقة تناسب بعض البحوث إذ أنها تضع فى الاعتبار الوزن الجزئى وهو الوزن الذى يشـــارك بـــه أو بمضاعفاتـــه الحمض الأمينى فى بناء البروتين لكل وزن جزيئى منه والجـــدول (٩) يوضـــح هذه الطرق من التعبير عن الأحماض الأمينية الضرورية العشرة فى بروتين البيض.

ويدور الجدل بين علماء التغذية والتقييـــم حـــول المعيـــار أو المرجـــع Refrnece الذى تقيس عليه دولاب Pattern الأحماض الضروريـــة فى الغـــذاء كماً ونوعاً وينحصر فى هذا الجدل فى ثلاثة معايير نسوقها فيما يلى:

(١) معيار الدولاب النموذجى " الدولاب المرجع"
Reference Patterin

وهو دولاب افتراضى محسوب من تجارب عديدة أجريت على الإنســـان حيث تم تقدير الاحتياجات من كل حمض أمينى على حده محســـوبة بـــالوزن للإنسان المتوسط كل ساعة ثم أعيد حسابها كنسب مئوية من البروتين بناء علـى احتياجات الإنسان المتوسط كل ساعة سنه ١٩٥٧.

وكان الدولاب الذى وضعته منظمة الأغذية والزراعة المعـــروف FAO pattern هو أول نموذج وضع لذلك وظل يعمل به فى تقييم البروتينات ســـواء فى تغذية الإنسان أو الحيوان أو الدواجن مدة طويلة وما زال البعض يستعمله حـــتى يومنا هذا .

جدول (٩) : الأحماض الأمينية الضرورية فى بروتين البيض معبرا عنها بطرق مختلفة

الأحماض الأمينية	النسبة الوزنية للبروتين		النسبة الوزنية للغذاء(*)		النسبة المعيارية لاحد الأحماض الأمينية		النسبة الجزيئية	
	Gm./16 gm. N	Mg./gm. Protein	%	Mg./ gm feed	Tryptophan = 1	Therionine = 1	mMol/ 16gm.N	µMol/gm Protein
Arginine	٦.٦	٦٦	٣,٠٩	٣٠,٩	٣,٨٨	١,٣٢	٣٧,٩	٣٧٩
Histidine	٢.٢	٢٢	١,٠٣	١٠,٣	١,٢٩	٠,٤٤	١٤,٣	١٤٣
Isoleucine	٨,٨	٨٨	٤,١٢	٤١,٢	٥,١٨	١,٧٦	٦٧,٢	٦٧٢
Leucine	٦,٦	٦٦	٣,٠٩	٣٠,٩	٣,٨٨	١,٣٢	٥٠,٤	٥٠٤
Lysine	٦,٦	٦٦	٣,٠٩	٣٠,٩	٣,٨٨	١,٣٢	٤٥,٢	٤٥٢
Methionine	٣,١	٣١	١,٤٥	١٤,٥	١,٨٢	٠,٦٢	٢٠,٨	٢٠٨
Phenylalanine	٥,٨	٥٨	٢,٧١	٢٧,١	٣,٤١	١,١٦	٣٥,٢	٣٥٢
Therionine	٥,٠	٥٠	٢,٣٤	٢٣,٤	٢,٩٤	١,٠٠	٤٢,٠	٤٢٠
Tryptophan	١,٧	١٧	٠,٨٠	٨,٠٠	١,٠٠	٠,٣٤	٨,٣	٨٣
valine	٧,٤	٧٤	٣,٤٦	٣٤,٦	٤,٣٥	١,٤٨	٦٣,٢	٦٣٢

(*) على اساس ان البيض يحتوى على ٤٦,٨٨ % بروتين فى الوزن الجاف

جدول (١٠) الأوزان الجزيئية وثابت التأين ورقم الحموضة للأحماض الأمينية المكونة للبروتينات

م	الحمض الأميني	الرمز	الوزن الجزيئي	ثابت تأمين مجموعة OH^-	ثابت تأمين مجموعة NH_2^+	رقم pH
١	Glysine	Gly	٧٥	٢,٣٥	٩,٧٨	٦,١
٢	Alanine	Ala	٨٩	٢,٣٤	٩,٨٧	٦,١
٣	Valine	Val	١١٧	٢,٣٢	٩,٦٠	٦.-
٤	Leucine	Leu	١٣١	٢,٣٦	٩,٦٠	٦.-
٥	Iso Leucine	Ile	١٣١	٢,٣٦	٩,٦٨	٥,٧
٦	Serine	Ser	١٠٥	٢,٣١	٩,١٥	--
٧	Thrionine	Thr	١١٩	--	--	٥,٨
٨	Methioine	Met	١٤٩	٢,٢٨	٩,٢١	٥,١
٩	Cysteine	Cys	١٣١	١,٩٦	٨,١٨	٥,٦

تابع جدول (١٠)

م	الحمض الأمينى	الرمز	الوزن الجزيئى	ثابت تأمين مجموعة OH^-	ثابت تأمين مجموعة NH_2^+	رقم pH
١٠	Cystine	Cyss	٢٠٤	١.-	١,٧٠	٣.-
١١	Asparatic	Asp	١٣٣	٢,٠٩	٣,٨٧	--
١٢	Asparagine	Asn	١٣٢	--	--	٣,٢
١٣	Glutamic Acid	Glu	١٤٧	٢,١٩	٤,٢٨	-
١٤	Glutamine	Gln	١٤٦	--	-	٩,٧
١٥	Lysine	Lys	١٤٦	٢,١٨	٨,٩٥	١٠,٨
١٦	Arginine	Arg	١٧٤	٢,٠٢	٩,٠٤	٧,٦
١٧	Histidine	His	١٥٤	١,٧٧	٦,١٠	٥,٩
١٨	Tryptophan	Try	٢٠٤	٢,٣٨	٩,٣٩	٥,٩
١٩	Phenylalanine	Phe	١٦٥	٢,٥٨	٩,٢٤	٥,٩
٢٠	Tyrsine	Tyr	١٨١	٢,٢٠	٩,١٠	٥,٧
٢١	Proline	Pro	١١٥	٢,٠٠	١٠,٦٠	٦,٤

ثم تلا ذلك أن وضع المجلس الأمريكى القومى للبحوث التابع للأكاديمية القومية للعلوم National Research Council – National Academy of sciences والمعروف بـ NRC سنة ١٩٧٤ دولاباً أخراً استخدم فى طريقة الحصول عليه وحسابه نفس أسلوب منظمة الأغذية والزراعة أيضاً .

إلا أن دولاب NRC سنة ١٩٧٤ (جدول ١١) انطوى على رقم محسوب للهستادين فى حين لم يكن للهستادين رقم فى دولاب FAO سنة ١٩٥٧ ولكن غفل كل من الدولابين قيمة الارجنين وذلك لصعوبة تقدير احتياجات الإنسان منه حيث يتم تخليقه جزئيا داخل جسم الإنسان .

ويعتبر هذا المعيار افتراضي لأنه فى الحقيقة لا يمثل احتياجات كائن معين وأيضاً لا يمثل تناسقاً موجوداً فى الطبيعة فعند حسابه تم تقدير احتياجات الإنسان فى مراحله المختلفة وهو رضيع وهو طفل وهو ناضج للذكور والإناث عند أوزان جسم مختلفة ثم حسبت أرقام الدولاب النموذجى من هذه الاحتياجات .

(٢) معيار الدولاب القياسى Standard Pattern

وهو دولاب الأحماض الأمينية فى بروتين يمكن اعتباره أعلى وأفضل بروتين طبيعي واعتبر بروتين اللبن وبروتين البيض هو أفضل بروتين طبيعى يصلح لتخليق البروتين داخل الجسم ويستدل على ذلك من أن البروتين الموجود فى البيضة يكفى وحدة لتخليق جسم الكتكوت كما أن بروتين اللبن يكفى وحدة لمد جسم الرضيع بكافة الاحتياجات البناء والنمو.

جدول (١١): الدولاب المرجع Reference Pattern

(mg./gm. Protein)

مسلسل	الأحماض الأمينية Amino-Acids	**FAO** Pattern		**NRC** Pattern
		سنة ١٩٥٧	سنة ١٩٧١	١٩٧٤
١	Histidine	–	–	١٧
٢	Isoleucine	٤٢	٤٠	٤٢
٣	Leucine	٤٨	٧٠	٧٠
٤	Lysine	٤٢	٥٤	٥١
٥	Total Sulfer amino acids	٤٢	٣٥	٢٦
٦	Total aromatino acids	٥٦	٧٣	٧٣
٧	Threonine	٢٨	٤٠	٣٥
٨	Tryptophan	١٤	١٠	١١
٩	Valine	٤٢	٥٠	٤٨

ويعتبر Oser سنة ١٩٥١ أول من استخدم بروتين اللبن والبيض كبروتين قياسي وقدر بهما ما يعرف بدليل الأحماض الأمينية الضرورية كما سنتناوله بعد قليل ويمتاز البروتين القياسي كمعيار فى كونه يعطى أرقاماً واقعية لجميع الأحماض الأمينية الضرورية كما أنه لا يحتاج إلى بحوث عديدة وتكاليف باهظة للحصول عليه كما فى المعيار المرجع .

إلا أنه يعاب عليه ما يلى :

(١) وجود تباين كبير كما نرى من جدول (١٢) بين دولاب اللبن ودولاب البيض والمفروض أن يكون المعيار واحداً ومع أن اللبن يكفى وحده للرضيع والبيض يكفى وحده للكتكوت لكن لا يفى أى منهما كبديل عن الآخر وذلك لاختلاف عوامل كثيرة بين الرضيع من الثدييات والكتكوت من الطيور . ويمكن التغلب على هذا العيب بأن يتخذ البيض معياراً لتقييم البروتينات للدواجن ويتخذ اللبن معياراً لتقييم البروتينات للحيوانات الثديية.

(٢) النظرة المثالية لبروتين اللبن وبروتين البيض على أنهما يكفيان لتخليق بروتين الرضيع والكتكوت ليست واقعية فى كل الظروف وإنما هما مثاليان فقط لحالتى الرضيع والكتكوت وهما حالتان لا تمثلان مشكلة غذائية ولكن صغير الثدييات بعد مرحلة الرضاعة وعند النضج لا يمثل له اللبن بروتيناً كاملا ولا يكون دولاب اللبن له دولاباً مثالياً يشبه احتياجاته الغذائية وكذلك بروتين البيض لا يمثل النموذج الكامل لدولاب البروتين المناسب للطيور النامية أو الناضجة .

(٣) وجود اختلاف بين دولاب الأحماض الأمينية الضرورية بـــاختلاف مصدر اللبن كالاختلاف بين لبن الإنسان والبقر والأغنام وغيرها.

(٣) معيار الاحتياجات Requirements Pattern

وهو معيار حديث لم يشتهر مثل المعيارين السابقين وإن كـــان أفضـــل المعايير من الناحية العملية إلا أن من عيوبه أنه يحتاج إلى وضع تقييم للـــبروتين المختبر لكل حيوان أو طور نمو خاص به مما يجعل تطبيقه أمر صعب وذلك ممـــا قلل من انتشاره فى الأوساط العملية.

إلا أن الاتجاه الحديث وخاصة فى تغذية الدواجـــن كذلـــك فى تغذيـــة الإنسان يتجه نحو الأخذ بهذا المعيار خاصة فى بحوث التغذيـــة أو فى التغذيـــة العملية أو عند المقارنة بين أنواع مختلفة من البروتينات .

ويتضح من الجدول (١٣) أن الاحتياجات من الأحماض الأمينيـــة الضروريـــة تختلف فى بعض الأحيان من حيوان إلى أخر مما يجعل إتخاذ الاحتياجات كمعيـــار أكثر صدقاً وواقعية من الأخذ بدولاب واحد وتطبيقه على جميع الحيوانات ففى حين نجد الاحتياجات من اللايسين متقاربة بين الإنسان والدجاج نجدها تزيـــد فى الفأر.

كما نلاحظ انخفاض احتياجات الدجاج من الليوسين والأيزوليوســـين والأحماض الكبريتية والعطرية والتربتوفان والفالين عنها فى كل من الإنســـان

جدول (١٢) : دولاب الأحماض الأمينية الضرورية فى كل من اللبن و البيض

الأحماض الأمينية	بروتين بيض الدجاج				بروتين لبن الإنسان			بروتين لبن البقر				
	(1)	(2)	(3)	المتوسط	(4)	(5)	المتوسط	(6)	(7)	(8)	(9)	المتوسط
Arginine	٦٦	٦٤	٧٠	٦٧	٤١	٣٨	٤٠	٣٧	٤٣	٤٢	٣٧	٤٠
Histidine	٢٤	٢١	٢٤	٢٣	٢٢	٢١	٢٢	٢٧	٢٦	٢٨	٢٦	٢٧
Isoleucine	٦٦	٨٠	٧٧	٧٤	٥٥	٥٣	٥٤	٦٥	٨٥	٧٥	٦٤	٧٢
Leucine	٨٨	٩٢	٩٢	٩١	٩١	٨٩	٩٠	١٠٠	١١٣	١١٠	٩٨	١٠٥
Lysine	٦٦	٧٢	٧٥	٧١	٦٦	٦٤	٦٥	٧٩	٧٥	٨٧	٧٨	٨٠
Methionine	٣١	٤١	٤٠	٣٧	٢٣	٢٠	٢٢	٢٥	٣٤	٣٢	٢٥	٢٩
Methionine + Cystine	٥٤	٦٥	٦٣	٦١	٤٣	٤٠	٤٢	٣٤	٤٤	٤٢	٣٤	٣٩
Phenylalanine	٥٨	٦٣	٦٣	٦١	٤٤	٤٣	٤٤	٤٩	٥٧	٥٥	٤٩	٥٣
Phenylalanine + Tyrosine	١٠٨	١٠٨	١٠٨	١٠٨	٩٩	٩٤	٩٧٨	١٠٠	١١٠	١١٥	١٠٠	١٠٦
Therionine	٥٠	٤٩	٥٠	٥٠	٤٥	٤٤	٤٥	٤٧	٤٥	٤٧	٤٦	٤٦
Tryptophan	١٧	١٥	١٥	١٦	١٦	١٦	١٦	١٤	١٦	١٥	١٤	١٥
valine	٧٤	٧٣	٧٨	٧٥	٦٣	٦١	٦٢	٧٠	٨٤	٧٠	٦٩	٧٣

(1)'(4) & (6) from NRC,1963 (protein calculated as N × 6.25)

(2) & (7) from Carmpton, 1956 (protein calculated as N × 6.25)

(3) & (8) from Oser, 1965 (protein calculated as N × 6.25)

(5) & (9) From Orr and Watt, 1957 (protein calculated as N ×6.38)

الجدول (١٣) نعرض فيه لثلاثة دواليب عامه للإنسان والفأر والطيور

الأحماض الأمينية	دولاب لاحتياجات الإنسان (١) (مليجرام /جرام بروتين)	دولاب لاحتياجات الفأر (٢) (مليجرام/جرا م بروتين)	دولاب لاحتياجات الدجاج (٣) (مليجرام/ جرام بروتين)
Arginine	--	٣٨	٦٥
Histidine	--	٢٣	٢٢
Lysine	٥١	٧٢	٥٦
Leucine	٦٦	٨٧	٤٩
Isoleucine	٤٦	٦٣	٢٩
Methionine	--	--	١٧
Met + Cys	٦٠	٦٢	٣٤
Phenylalanine	--	٥٩	٢٤
Phe.+ Tyr.	١٠١	٩٢	٤٦
Threonine	٣١	٤٥	٣٢
Tryptophan	١٦	١٤	٨
Valine	٥٨	٧٥	٣٤
Glycine	--	--	٢٩

(١) NRC, (1963)
(٢) Recalculated from Allison et al (1959)
(٣) Recalculated from NRC, (1984)

والفأر والتدبيات فى حين تزيد احتياجاتها من الجلايسين والارجنين عن كل من الفأر والإنسان .

ونعرض فيما يلى طرق ومقاييس التقييم التى تعتمد على تحليل الأحماض الأمينية

(١) نسبة الأحماض الأمينية الضرورية إلى غير الضرورية

Indispebndable|Dispesable | Amico Acid Nirogen ratio
(I |D ratio)

نشرها Sturki و Harper سنة ١٩٦٢[1] وهى أبسط المقاييس التى تعتمد على تقدير الأحماض الأمينية حيث أنها تعطى فكرة عن مدى توفر الأحماض الأمينية الضرورية وكلما زادت هذه النسبة كلما دل ذلك على زيادة قيمة محتوى البروتين المختبر من كل حمض أمينى ضرورى فى نسبه الأزوت به (كما فى جدول ١٢) وجمعها وتحسب قيمة الأزوت فى الأحماض غير الضرورية بطرح غير الضرورية من هذا الرقم من الأزوت الكلى:

$$I/D_{ratio} = \frac{EAAN}{TN - EAAN}$$

حيث EAAN = ازوت الأحماض الأمينية الضرورية و يساوى حاصل

[1]- Sturki.W.P. and Harper,A.E.,J.Nutri.,78: (1962)

جمع (حواصل ضرب النسبة المئوية لكل حمض اميني ضروري × نسبة الازوت به) .

(٢) المقياس الكيميائى للبروتين
Chemical Score (CS)

فكرة هذا المقياس تتلخص فى أن قيمة البروتين تحدد قدرتة علـى بنـاء الجسم فى أقل نسبه حمض أمينيى ضرورى ويرمز لها بمثال برميل المخلل حيث تتحدد سعته فى الاحتفاظ بالماء بطول أقصر قطعة خشبية مكونه له (شكل ٤)

وأول من نشر هذا المقيـاس Black and Mutchell سـنة [٢]١٩٤٦ وعرفوه كما يلى " **النسبة المئوية لأقل محتوى من الأحمـاض الأمينيـة الضرورية فى البروتين المختبر منسوبه إلى محتوى برتين قياسى (بوتين البيض) من نفس الحمض**"

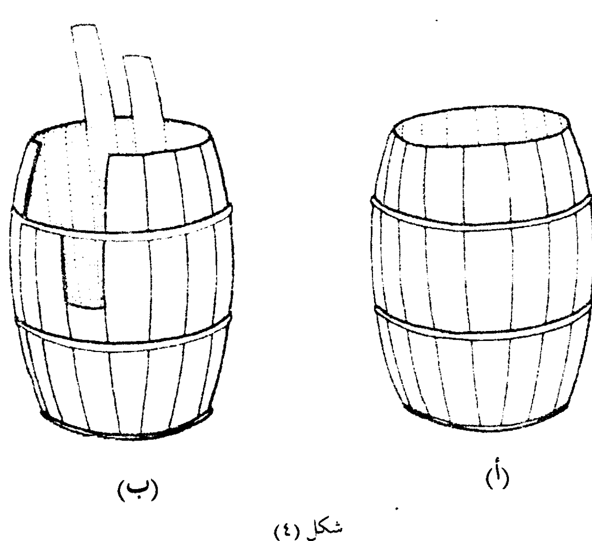
وعندما نشرت منظمة FAO سنة ١٩٥٧ الدولاب المرجع للأحمـاض الأمينية عدلت طريقة حساب المقياس الكيميائى لتقارن به بدلا مـن بروتـين البيض .

ومن التجارب المختلفه تبين أن قيمة (CS) ترتبط إلى حد كبـير مـع قيمة البروتين المقدره بمقاييس النمو وأيضاً مع القيمة الحيوية للبروتين المعروفـه Biological Value

---

[2]- Block,B.J. and Mitchell,H.H., Nutr. Abst.&Rev.,16: 249 (1946)

إلا أن ذلك الارتباط يتوقف على المعيار الذى تقارن به دواليب الأحماض الأمينية عند حساب (CS) فإذا قورن بالدولاب المرجع للـ FAO كان أكثر إرتباطاً مع قيمة البروتين.



شكل (٤)
نموذج برميل المخلل (أ) متكامل الألواح (ب) ينقصه بعض الالواح
و نرى ان البرمكيل (ب) يتسع لكمية من السائل الى طول اقل الالواح و كذلك يمكن للجسم
بناء البروتين عند اقل كمية حمض اميني متوفر

وجدول (١٤,١٥) يبين حساب (CS) لبروتين دقيق القمح وكسب فول الصويا إذا ما قورن بأربعة دواليب مختلفة . ونلاحظ من هذا الجدول ما يلى:

جدول (١٤)

طريقة حساب (CS) لبروتين القمح و فول الصويا مقارنة بالمعيار المرجع

(الدولاب المحسوب ملجم/جم بروتين)

الأحماض الأمينية	المعيار المرجع		بروتين القمح*	بروتين فول الصويا**	CSلبروتين القمح		CSلبروتين فول الصويا	
	FAO, 1971	NRC, 1974			@	@@	@	@@
Arginine	-	-	42	75	-	-	-	-
Histidine	-	17	21	26	-	124	-	153
Isoleucine	40	42	36	54	90	87	135	129
Leucine	70	70	68	80	97	97	114	114
Lysine	54	51	27	67	50	53	124	131
Methionine + Cystine	35	36	43	31	123	119	89	86
Phenylalanine + Tyrosine	73	73	111	81	192	152	111	111
Therionine	40	35	33	41	83	94	103	117
Tryptophan	10	11	12	14	120	109	140	127
Valine	50	48	45	53	90	94	106	110

@ النسبة المئوية من معيار FAO , 1971 @@ النسبة المئوية من معيار NRC,1974

جدول (١٥)

طريقة حساب (CS) لبروتين القمح و فول الصويا مقارنة بمعيار قياسى

(الدولاب المحسوب ملجم/جم بروتين)

الأحماض الأمينية	المعيار القياسى		بروتين القمح*	بروتين فول الصويا**	CSلبروتين القمح		CSلبروتين فول الصويا	
	البيض	اللبن			@	@@	@	@@
Arginine	67	40	42	75	63	105	112	188
Histidine	23	27	21	26	91	78	113	96
Isoleucine	74	170	36	54	49	50	73	75
Leucine	91	105	68	80	75	65	88	76
Lysine	71	80	27	67	38	34	94	84
Methionine + Cystine	61	39	43	31	70	110	51	79
Phenylalanine + Tyrosine	108	106	111	81	103	105	75	76
Therionine	50	46	33	41	66	170	82	89
Tryptophan	15	15	12	14	80	80	93	93
Valine	78	73	45	53	58	62	68	73

@ النسبة المئوية من معيار البيض　　@@ النسبة المئوية من معيار اللبن

دول (١٦) مثال لمقارنة المقياس الكيميائى للغذاء

(الدولاب المحسوب ملجم/جم بروتين)

الأحماض الامينية والبروتين	احتياجات الدجاج ملجم/جم مادة جافة	دولاب الاحماض الامينية الضرورية (ملجم/جم مادة جافة)									
		كسب فول صويا		ذرة صفراء		كسب سمسم		ذرة +كسب صويا (١:٢)		كسب سمسم و صويا (١:١)	
		%	CSF	%	CSF	%	CSF	%	CSF	%	CSF
CP %	٢٠	٤٤		٨.٨		٤٤		٢٠,٥		٢٠	
Arginine	١٢	٣٣	٢٧٥	٥	٤٢	٤٩	٤٠٨	١٤	١١٧	١٨,٦	١٥٥
Histidine	٣	١٢	٤٠٠	٢	٦٧	١١	٣٦٧	٥	١٦٧	٥,٢	١٧٣
Isoleucine	٦	٢٤	٤٠٠	٤	٦٧	٢١	٣٥٠	١٠.٥	١٧٥	١٠,٢	١٧٠
Leucine	١٥	٣٥	٢٣٣	١١	٧٣	٣٣	٢٢٠	١٩	١٢٧	١٥,٤	١٠٢
Lysine	٩	٢٠	٢٢٢	٣	٣٣	١٣	١٤٤	٩	١٠٠	٧,٥	٨٣
Met. + Cys.	٥	١٣	٢٦٠	٣	٦٠	١٨	٣٦٠	٦	١٢٠	٧	١٤٠
Phe. + Tyr.	٩	٣٥	٣٨٩	٩	١٠٠	٤٢	٤٦٧	١٧,٥	١٩٤	١٧,٥	١٤٠
Therionine	٦	١٨	٣٠٠	٤	٦٧	١٧	٢٨٣	٨,٥	١٤٢	٧,٩	١٣١
Tryptophan	٢,٥	٦	٢٤٠	١	٤٠	٦	٢٤٠	٢,٥	١٠٠	٢,٧	١٠٨
Valine	٨	٢٣	٢٨٨	٥	٦٣	٢٤	٣٠٠	١١	١٣٧	١٠,٧	١٣٤
Gly.+ Ser.	١٥	٤٦	٣٠٧	٨	٥٣	٧٢	٤٨٠	٢١	١٤٠	٥٣,٥	٣٥٧

جدول (١٧) مثال لمقارنة المقياس الكيميائى النسبى للغذاء

(الدولاب المحسوب ملجم/جم بروتين)

الأحماض الامينية والبروتين	احتياجات الدجاج ملجم/جم مادة جافة	دولاب الاحماض الامينية الضرورية (ملجم/جم مادة جافة)													
		كسب فول صويا			ذرة صفراء			كسب سمسم			ذرة +كسب صويا (١:٢)		كسب سمسم و صويا (١:١)		
		%	النسبى	RCSF	%	النسبى	RCSF	%	النسبى	RCSF	%	RCSF	%	RCSF	
CP %	٢٠	٤٤	٢٠		٨,٨	٢٠		٤٤	٢٠		٢٠,٥		٢٠		
Arginine	١٢	٣٣	١٥	١٢٥	٥	١١,٤	٩٥	٤٩	٢٢,٣	١٨٦	١٤	١١٧	١٨.٦	١٥٥	
Histidine	٣	١٢	٥.٥	١٨٣	٢	٤,٥	١٥٠	١١	٥	١٦٧	٥	١٦٧	٥,٢	١٧٣	
Isoleucine	٦	٢٤	١٠,٩	١٨٢	٤	٩,١	١٥٢	٢١	٩,٥	١٥٨	١٠.٥	١٧٥	١٠.٢	١٧٠	
Leucine	١٥	٣٥	١٥,٩	١٠٦	١١	٢٥	١٦٧	٣٣	١٥	١٠٠	١٩	١٢٧	١٥.٤	١٠٢	
Lysine	٩	٢٠	٩,١	١٠١	٣	٦,٨	٧٦	١٣	٥,٩	٦٦	٩	١٠٠	٧,٥	٨٣	
Met. + Cys.	٥	١٣	٥,٩	١١٨	٣	٦,٨	١٣٦	١٨	٨,٢	١٦٤	٦	١٢٠	٧	١٤٠	
Phe. + Tyr.	٩	٣٥	١٥,٩	١٧٧	٩	٢٠,٤	٢٢٦	٤٢	٩,١	٢١٢	١٧.٥	١٩٤	١٧.٥	١٤٠	
Therionine	٦	١٨	٨,٢	١٣٧	٤	٩,١	١٥٢	١٧	٧.٧	١٢٨	٨,٥	١٤٢	٧.٩	١٣١	
Tryptophan	٢,٥	٦	٢,٧	١٠٨	١	٢,٣	٩٢	٦	٢,٧	١٠٨	٢,٥	١٠٠	٢.٧	١٠٨	
Valine	٨	٢٣	١٠,٥	١٣١	٥	١١,٤	١٤٢	٢٤	١٠,٩	١٣٦	١١	١٣٧	١٠.٧	١٣٤	
Gly.+ Ser.	١٥	٤٦	٢٠,٩	١٣٩	٨	١٨,٢	١٢١	٧٢	٣٢,٧	٢١٨	٢١	١٤٠	٥٣.٥	٣٥٧	

(١) قيمة (CS) أختلفت مع اختلاف المعيار ولكن ظل الحمض الأميني المحدد كما هو إلا فى حالة فول الصويا عند مقارنتة بدولاب اللبن فقد أصبح الحمض المحدد الاول هو الفالين مع أن ذلك لا يطابق الواقع كما أن قيمة (CS) عموما إذا حسبت من المعيار القياسى تكون أقل بكثير مما لو حسبت على أساس المعيار المرجع وقد أتضح أن القيم المحسوبة على أساس المعيار المرجع أكثر واقعية من تلك المحسوبة على أساس المعيار القياسى.

٢ – ونلاحظ من الجدول أيضا أن مقارنة بروتين القمح بأى من دواليب المعايير الأربعة دلت على أنه فقير فى أكثر من حمض أمينى و مع ذلك لم يظهر فى مقياس (CS) .

٣–قيمة (CS) لم تظهر جوانب إيجابية فى البروتين فقد يكون البروتين المختبر فقير فى أحد الأحماض الأمينية الضرورية ولكن فى نفس الوقت غنى جدا فى حمض أمينى ضرورى آخر ، فعلى سبيل المثال : فمع أن بروتين فول الصويا فقير فى الأحماض الكبريتية بمقياس (٨٩%) مقارنا بدولاب الفاو إلا أنه بالمقارنة بها أيضا فهو غنى فى التربتوفان بمقياس (١٤٠%) وغنى فى اللايسين بمقياس(١٢٤%) ومثل ذلك يمكن أن نلاحظه مع بقية المعايير وهذه الزيادة لا تظهر فى مقياس (CS) مع أنها ذات فائدة عظيمة فى رفع قيمة العليقة إذا خلط هذا البروتين مع غيره للاستفادة من الفعل التكميلى للبروتين .

٤–يطلق عادة لفظ المقياس الكيميائى Chemical Score لكل حمض أمينى على النسبة المئوية بين محتوى البروتين المختبر من هذا الحمض ومحتوى

الدولاب المعيار منه وتتخذ أقل قيمة مقيـــاس كيميـــائى للأحمـــاض الأمينيـــة الضرورية فى البروتين كمقياس عام لهذا البروتين .

(٣) الأحماض الأمينية المحددة limiting amino Acids (LAA)

من ملاحظتنا عن المقيـــاس الكيميـــائى Chemical Score أتضـــح أن الإقتصار على أقل مقياس كيميائى لحمض أمينى ضرورى كقيمة للبروتين مـــع أهميته يعتبر مضلل بعض الشئ أو يخفى ما يمكن الإستدلال به على قيمة البروتين وأهميته عند الخلط مثل وجود أحماض أخرى ذات مقياس منخفض من عدمه .

لذلك يفضل التعبير عن البروتين بذكر الأحماض الأمينية الضرورية الـــتى يقل مقياسها الكيميائى عن ١٠٠% وتسمى الأحماض الأمينية المحددة وتذكـــر بترتيبها التصاعدى من حيث قيمة مقياسها الكيميائى ويسمى الحمـــض الأول منها (أقلها فى قيمته) الحمض الأمينى المحدد الأول أو (الحمض الأمينى المحـــدد) بصيغة المفرد ثم تذكر الأحماض الأدنى المحددة بالترتيب وعليه تكون الأحمـــاض المحددة لبروتين القمح مع دولاب الفاو هى :-

اللايسين (٥٠) ثم الثريونين (٨٣) ثم الفـــالين والأيزوليوســـين(٩٠) ثم الليوسين (٩٧) وعددها ٥ أحماض .

وتظل هى نفس الأحماض المحددة عند المقارنـــة بـــدولاب NRC مـــع اختلاف فى ترتيبها فهى:-

اللايسين (٥٣) ثم الأيزوليوسين (٨٧) ثم الفـــالين والـــثريونين (٩٤) ثم

الليوسين (٩٧) و إذا أتخذ دولاب بروتين البيض كمعيار تبلغ الأحماض المحـددة فى بروتين القمح (٩) أحماض (جميع الأحماض الضرورية) فيما عدا الأحماض العطرية .

وذلك فى حين لا يوجد سوى حمض أميني محدد واحد فى بروتين فول الصويا عند المقارنة بأى من دولابى المعيار المرجع ونجد عددها يصل إلى ثمانية عند المقارنة ببروتين البيض وتسعه عند المقارنة ببروتين اللبن.

(٤) المقياس الكيميائى للغذاء Chemical Score of Feed (CSF)

يلاحظ من المقياسين السابقين أهما لا يعتمدان على النسبة المئوية للبروتين فى المادة الغذائية ومعنى ذلك أنه لو تساوى بروتينان لمادتان غذائيتان فى مقياسهما الكيميائى دل ذلك على قيمتها المتساوية عند التغذية عليهما فى حين انه لو كان مقياس كل منهما هو (٥٣%) ولكن كانت المادة الغذائية الأولى تحتوى على ١٥% بروتين فى حين تحتوى الثانية على ٣٠ % بروتين أتضح أنه فى الوقت الذى تعطى ١٠٠ جرام مادة جافة من الغذاء الأول ٥٣% من احتياجات الحيوان الذى يكفيه لحد الشبع ١٠٠ جرام مادة جافة فى حين تعطى ١٠٠ جرام من المادة الثانية ١٠٦% من الاحتياجات . وبمعنى أخر أن الحيوان الذى يأكل لحد الشبع من الأول يظل تحت ظروف نقص الحمض الأمينى المحدد فى حين الحيوان الذى يأكل لحد الشبع من الثانى يكون قد غطى كافة احتياجاته.

ونظراً لأن الاحتياجات الفعلية المحسوبة تقدر كنسب مئوية فى المادة

الجافة فقد كان لزاما علينا تعديل المقياس الكيميائى ليعبر عن النسبة بين محتوى مادة العلف من الحمض الأميني الضرورى مقسومة على الاحتياجات منه.

ومقياس الكميائى للغذاء هو أقل نسبة مئوية لمحتوى حامضى أميني ضرورى فى مادة العلف إلى نسبة المئوية للاحتياجات معبراً عنها جميعاً كنسبة وزنه من المادة الجافة.

ويناسب هذا التعديل كثيراً تغذية الدواجن وهو يعطى فكرة واقعية عن مدى تغطية احتياجات الطائر من الأحماض الأمينية عندما يغذى على مادة العلف المحسوبة ويمكن بتطبيق هذا المقياس إخضاع تكوين العلائق للمعالجة الحسابية البسيطة لمعرفة الفعل التكميلى للبروتين بين أكثر من مادة علف وكذلك ضبط العلائق بسهولة بحيث تصل الى مقياس كيميائى فى النهاية يساوى أو يزيد عن (١٠٠%) .

والجدول (١٦) يوضح مثال على ذلك

وبالنظر الى الجدول السابق نرى أن المقارنة بالاحتياجات على أساس النسبة للمادة الجافة كان أصدق تعبيرا من الناحية العملية حيث بدى كل من كسب فول الصويا وكسب السمسم أنهما كافيان وحدهما لتغطية الاحتياجات وذلك نظرا لارتفاع نسبه البروتين فيهما ولكن الذرة كانت عاجزة عن تغطية جميع الأحماض الأمينية فيما عدا اللايسين وذلك لانخفاض نسبة البروتين بها ولكن عند خلط الذرة بكسب فول الصويا بنسبة١:٢ غطت كافة الاحتياجات من البروتين الخام ومن الأحماض الأمينية فى حين أننا لو حسبنا المقياس

الكيميائى لكل بروتين منهما أو لمخالطيهما السابقة لم تعطى صورة حقيقية كما بدى من هذا الجدول .

فكسب فول الصويا مقياسه ٥١ والحمض المحدد الميثايونين (مع البيض) وكسب السمسم مقياسه ٤٢ والحمض المحدد اللايسين (مع البيض) والذرة مقياسه ٣٨ والحمض المحدد اللايسين (مع البيض).

والجدول (١٨) يوضح تأثير الخلط باستخدام المقياس الكيميائى وحده

الاحماض الامينية	المقياس الكيميائى Chemical Score				
	كسب فول صويا	كسب سمسم	بروتين ذرة	كسب صويا +ذرة (١:٢)	كسب صويا +سمسم(١:١)
S-amino acids	٥١	٦٧	٥٦	٥٤	٥٩
Lysine	٩٤	٤٢	٣٨	٥٧	٦٨

حيث يتبين باستخدام المقياس الكيميائى أو الأحماض المحددة أن فى مخلوط الذرة مع كسب الصويا ان الميثايونين مازال هو الحمض المحدد بمقياس كيميائى ٥٤ مع أن هذا مخالف للواقع الواضح من الجدول حيث ان هذه الخلطة كانت كافية لتغطية كافة الاحتياجات من الأحماض الأمينية الضرورية .

وعند خلط كسب السمسم وفول الصويا فإن نسبة ٤٥,٤% من خليطهما وهو يغطى احتياجات الدواجن من البروتين فى علائقهما غطى كافة

الاحتياجات فيما عدا اللايسين وكان CSF المقياس الكيميائى لهذا الغذاء هـــو ٨٣ فى حين الاعتماد على المقياس الكيميائى للبروتين كما فى الجـــــدول (١٨) يبين أن الخليط فقير فى كل من المثايونين واللايسين بمقيـــاس CS قـــدره ٥٩ و ٦٨ على الترتيب .

ومن النظرة الأولى للمقياس الكميائى للغذاء (CSF) لكل مادة علف على حدة قد يبدوا أنه غير ذو قيمة ؛ فالذرة مثلاً جميع قيمها كما هو واضح مـــــن جدول (١٨) أقل من ١٠٠% فيما عدا مجموع الأحماض العطرية وكسب فول الصويا وكسب السمسم جميع مقاييسها تزيد عن ١٠٠ % بكثير ويرجع ذلك بالطبع إلى انخفاض نسبة البروتين فى الذرة وارتفاعها فى كل من كسب الصويـــا وكسب السمسم.

ولكن تتضح أهمية هذا المقياس فى كونه يمكن من معرفة أقل نسبة يمكـــن أن يخلط بها مصدر للبروتين فى العليقة لكى تغطى جميع احتياجات الأحمـــــاض الأمينية مع مادة العلف الأساسية المستخدمة كمصدر للطاقة و ذلك بالمعالجـــة الرياضية.

وذلك طبقاً للمعادلة التالية.

$$ن = 100 \times \frac{F_b - 100}{100 - F_s}$$

حيث : ن هى اقل نسبة مئوية مطلوبة من مصدر البروتين منســـوبة الى كمية المكون الاساسى للعليقة المستخدم كمصدر للطاقة.

F_b = المقياس الكيمائى للغذاء للمادة المستخدمة كمصدر للطاقة

F_s = المقياس الكيميئى للغذاء لنفس الحمض فى مصدر البروتين

فمثلاً فى عليقة تتكون من الذرة ويراد تدعيمها بكسب فول الصويا فـــاذا حسب المقياس الكميائى لكل منهما كما هو موضح فى جدول (١٦)

فتكون أقل نسبة خلط من الكسب تضاف إلى الذرة كنسبة مئوية مـــــن كمية الذرة فى العليقة هى .

$$\text{ن} = 100 \times \frac{F_b - 100}{100 - F_s} = 100 \times \frac{42 - 100}{100 - 275} = \frac{5800}{175} = 33.1 \%$$

من كمية الذرة فى العليقة.

٦- المقياس الكميائى النسبى للغذاء

Relative chemical score of feed(RCSF)

وهو مقياس يعتمد على قياس مدى إمكانية تغطية كافة احتياجات الطـائر من الأحماض الأمنية الضرورية إذا تغذى فقط على مادة العلف المختبرة.

ويقدر هذا المقياس بأقل قيمة لناتج قسمة دولاب الأحماض الأمينيـــــة فى مادة العلف المختبرة محسوبة على أساس المادة الجافة مقســــومة علـــى دولاب احتياجات الطائر منها عندما تعدل نسبة البروتين فى مادة العلف إلى احتياجـات الطائر من البروتين.

ففى جدول (١٧) تتضح قيم دولاب الأحمـــــاض الأمينيـــة للأعـــلاف الموجودة فى جدول (١٦) ولكن عند حساها بفرض ان مســـــتوى بروتينتـــها ٢٠% من العليقة أى لو أن الطائر تناول كل عليقته منها .

فنجد أن كسب فول الصويا عندما حسب بالمقياس الكيمـــاوى للغـــذاء كان يغطى كل الاحتياجات وكذلك عندما حسب بمقياس الغذاء النســـبى إلا أن المقياس الكميائى أعطى أرقاماً كبيرة فى جميع الأحماض الأمينية متأثراً بنســـبة

البروتين فى كسب الصويا لكن المقياس النسبى بين أن محتواه من اللايسين يكاد يغطى الاحتياجات بمقياس (١٠١%) وظهر غناه النسبى فى الميثايونين عن الأعلاف النبات الأخرى بمقياس(١١٨%).

أما الذرة الصفراء فكان مقياس الغذاء العادى منخفضاً فى جميع الأحماض الأمينية وذلك لمحتواها المنخفض من البروتين ولكن مقياس الغذاء النسبى أظهر أنها عالية فى محتواها من الأحماض الكبريتية بمقياس (١٣٦%) لكنها كانت فقيرة فى اللايسين بمقياس (٧٦%) وظهر أيضاً أنها فقيرة فى كل من الأرجنين (٩٠%) والتريتوفان (٩٢%).

وكسب السمسم كان عالياً عندما حسب بمقياس الغذاء العادى ولكن كان فقير جداً فى اللايسين (٦٦%) وعالى جداً فى الميثايونين (١٦٤%) عندما حسب بمقياس الغذاء النسبى.

(٥) دليل الأحماض الأمينية الضرورية

Essential Amino acids Index (EAAI)

من ضمن الطرق التى تلافت عيوب المقياس الكيميائى أيضاً طريقة (Oser) [1] التى نشرت سنة ١٩٥١ وسماها دليل الأحماض الأمينية الضرورية وذلك بأنه صمم فكرة تأخذ فى الاعتبار الزيادة فى الأحماض الأمينية الضرورية بجانب النقص أيضاً وهى فكرة المتوسط الهندسى .

وقد كان دليل Oser يضع فى اعتباره عشرة أحماض أمينية حيث يقسم

1- Oser, B.L., J. Amer. Dieteti Assn.,27: 396 (1951)

محتوى البروتين من كل حمض على محتوى بروتين قياسى مثل البيض من هـــذا الحمض وينتج الدليل بالجذر الذى قوته عدد الأحمـــاض الأمينيـــة (الجـــذر العاشر) لحاصل ضرب هذه النسب العشرة.

$$EAAI = \sqrt[10]{\frac{A}{Ae} \times \frac{H}{He} \times \frac{I}{Ie} \times \ldots\ldots\ldots\ldots \times \frac{V}{Ve}}$$

حيث A النسبة المئويه للحمض الأمينى Arginineفى البروتين المختبر

Ae النسبه المئويه له فى بروتين البيض

H النسبة المئويه للحمض الأمينى Histidine فى البروتين المختبر

He النسبة المئويه له فى بروتين البيض

وهكذا حتى الفالين .

ثم عدل مقياس Oser قليلا حيث استبدل رقم Methioinine فى كـــل من البروتين المختبر والقياسى بمجموع الأحماض الأمينية المحتوية على الكـــبريت وهىCysteine + Methionine وكذلك رقـــم Phenylalanine بمجمـــوع الأحماض الأمينية العطرية Phenylalanine +Tyrosine وبقيت عدد الأرقام الداخلة فى الحساب عشرة

ثم عدل مرة أخرى مقياس Oser ليضاف رقما لقيمة مجموع كل مـــن Glycine + Serine نظرا لأهميته بالنسبه للكتاكيت ليصبـــح عـــدد الأرقـــام الداخلة فى حساب الدليل ١١ ثم يعاد الحصول على الجذر الحادى عشر بعـــد ضرب النسب الأحدى عشرة .

$$EAAI = \sqrt[n]{\frac{A}{Ae} \times \frac{G}{Ge} \times \frac{H}{He} \times \ldots\ldots\ldots\ldots \times \frac{V}{Ve}}$$

حيث A النسبة المئويه للحمض الأمينى Arginine فى البروتين المختبر

Ae النسبه المئويه له فى بروتين البيض

G النسبة المئويه للحمض الأمينى Glycine + Serine فى البروتين المختبر

Ge النسبة المئويه لهما فى بروتين البيض وهكذا حتى الفالين .

إلا أن مقياس EAAI Oser يعتبر مقيداً فى حالات ضيقة وظروف خاصة لكن غالباً ما تكون قيمته مضلله فى تقييم البروتينات النباتية ويأتى التضليل الرياضى فى مقياس Oser من تباين نسب الأحماض الأمينية الضرورية فى البروتينات الطبيعية ففى حين تكون قيمة التربتوفان ما بين ٠,٥ - ٢,٠ نجد قيمة الأرجينين ما بين ٢,٠ - ١٤,٠ .

وفى الجدول (١٩) نموذج مصغر لأ ربعة أحماض أمينية لتقارن بين مقياس CS و EAAI من دلالتها مع الواقع .

ويتضح هنا ان عيب EAAI هو تأثره بالمحتوى العالى لبعض الأحماض الأمينية فى البروتين بدرجة عالية فمثال ذلك ارتفاع قيمه دليل جلوتين الذرة عن دليل كسب القطن مع ان الدليل الكيماوى لكسب القطن اعلى مرة و نصف عن الدليل الكيماوى لجلوتين الذرة و يرجع ذلك الى ارتفاع محتوى الذرة من الليوسين .

جدول (١٩)

الاحماض الامينية	دولاب الاحماض الامينية (ملجم/جم بروتين)							
	كسب صويا	كازين	كسب قطن	مسحوق سمك	جلوتين ذرة	قمح	الذرة	البيض
Lysine	٦٧	٩٢	٤١	٧٣	١٦	٢٨	٢٧	٧١
Leucine	٨٠	١٠٣	٣٢	٧٠	١٦٣	٦٧	١٢٥	٩١
Met.+Cys.	٣٠	٣٣	٢٨	٣٩	٤٩	٣٤	٣٤	٦١
Tryptophan	١٤	١٢	١١	١٠,٥	٤	١٣	١٠	١٥
CS	٤٩	٥٤	٣٠	٦٤	٢٢	٣٩	٣٨	–
EAAI	٧٩	٨٩	٥٣	٧٧	٥٤	٦١	٦٩	١٠٠

وكذلك ارتفاع دليل Oser للذرة عن القمح مع ارتفاع الدليل الكيماوى للقمح عن الذرة لنفس السبب أيضا.

وقد تأثر دليل EAAI بالزيادة فى بعض الأحماض الأمينية ذات المحتوى المنخفض أساسا مثل التريتوفان لذلك نجد انخفاضا شديدا فى دليل EAAI لمسحوق السمك عن كسب فول الصويا مع أنه يزيد عنه قليلا فى الدليل الكيميائى ومع أن الأحماض الأربعة موضع القياس محددين لكن النقص فى مسحوق السمك كان فى التربتوفان فأثر تأثيرا كبيرا على EAAI. ويبدو أيضا واضحا من جدول (٢٠) إن دليل EAAI قد يضلل فإذا ما قارنا بروتين الألفالفا مع بروتين كسب البابابظ نجد كل منهما ينقص فى ثلاثة أحماض هى فى الألفا ألفا مع دليلها الكيميائى كالأتى الأرجينين (٧٣) الفالين (٧٣) اللايسين (٧٧) وهى لكسب البابابظ : اللايسين (٦٠) الفالين (٦٧) التربتوفان (٧٠) وهى مقارنة تؤكد أن الألفا ألفا أيضا أفضل من كسب اليابابظ ومع ذلك يظهر EAAIلها أدنى من كسب اليابابظ.

وكذلك تفوق دليل كسب الياباظ على مسحوق الدم مع أن الأخير لـــه حمضين محددين فقط ودليلهما الكيميائى ٦٨و ٦٣ أى بالقطع أفضل عمليـــاً وحسابياً من كسب الياباظ

جدول (٢٠) مقارنة الدليل الكيميائى ودليل Oserوالأحماض المحددة لبعض البروتينات

الاحماض الامينية	دولاب الاحماض الامينية (ملجم/جم بروتين)					
	البيض	كسب باباظ	مسحوق الفالفا	مسحوق الدم	مسحوق سردين	كازين
Lysine	٧١	٤٣	٥٥	٤٨	٨٦	٩٢
Tryptophan	١٥	١٠,٥	٢١	١٥	١٣	١٢
Valine	٧٨	٥٢	٥٧	٩٦	٦٠	٧٤
Arginine	٦٧	١٤٠	٤٩	٤٢	٥٩	٤١
CS	–	٦٠	٧٣	٦٣	٧٧	٦١
EAAI	١٠٠	٨٨	٨٧	٨٥	٩٢	٨٨

٧- نسبة الأحماض الأمينية الضرورية

Essential amino acids percentage (EAA%)(EAAP).

فكرة هذه الطريقة فى كونها تعتمد على أن قيمة البروتين قد تتحدد بمقدار توفيره للأحماض الامينية الضرورية اذ أن كمية كل حمض تكـــون دائمـــا ذات دلالة مستقلة عن الحمض الآخر فى قيمة البروتين فكلما زادت الأحماض الأمينية الضرورية مجتمعة كلما دل ذلك على القيمة الجيدة للبروتين.

وهذا المقياس يشبه إلى حد كبير مقياس هاربر وســـتيركى ســـنة ١٩٦٢ المعروف I/D ratio الا انه يختلف عنه فيمايلى:

- يعتمد على قياس الآزوت الموجود فى الأحماض الأمينيـــة بـــالطرق

الكروماتوجرافية وخاصة بأجهزة Amino Acid Analyzer (AAA) ليعطى قيمة الأحماض الأمينة بقيمة وزنية مباشرة ، فى حين أن معرفة كمية الأزوت فى كل منها تختلف من حمض إلى آخر مما يتطلب عمليات حسابية آخرى كثيرة.

● أن نسبة الآزوت فى الأحماض الأمينية تختلف من حمض إلى آخر حيث أن قيمة البروتين بالنسبة للحيوانات الراقية (مثل الثدييات والطيور) تتحدد بمقدار ما يوفره من الأحماض الأمينية الضرورية كأوزان تدخل فى بناء البروتين والشقوق البروتينية كأحماض ولا يتم تمثيلها إلى أزوت أو مركبات أزوتية إلا إذا تم تكسيرها وهدمها وعندئذ لا يمكن أن تشارك مرة أخرى فى بناء البروتين أو شقوقه على صورة أحماض أمينية ضرورية إذ أن الأحماض الأمينية الضرورية لا يمكن تخليقها من الأزوت أو من أحماض أخرى داخل خلايا الحيوانات الراقية. وربما كان مقياس هاربر وستيركى مناسبا للكائنات الدقيقة ، وكان استخدامه مع بداية الستينات يناسب عمليات تقدير الأحماض الأمينية باستخدام الكائنات الدقيقة إلا أن تقدير الأحماض الأمينية الآن بالطرق الكروماتوجرافية جعل هذا المقياس الجديد مناسبا من الناحية العملية والمعملية والحسابية والتطبيقية.

● ان مقياس هاربر يعتمد على الآزوت الكلى وبالتالى فهو ينسب محتوى الأحماض الأمينية الضرورية من الأزوت إلى جميع الأزوت الموجود بمادة العلف حتى ولو كان جزء من هذا الأزوت مصدره مواد غير بروتينية مثل اليوريا ونواتج التحليل والأمونيا وغيرها . فى حين يعتمد هذا المقياس الجديد على كمية البروتين الحقيقى فى مادة العلف وبالتالى

فطريقة هاربر هذه تقيم مادة العلف ولا تقيم ما بها من بروتين فى حين أن هذه الطريقة تقيم البروتين بغض النظر عن مادة العلف . كما أن طريقة هاربر تتأثر جدا بطريقة غش مادة العلف إذا عمد التاجر إلى إضافة اليوريا لرفع محتواها من الأزوت فى حين هذه الطريقة الجديدة لا تتأثر بأى طريقة غش.

طريقة الحساب

EAAP (EAA%) = مجموعة النسب المئوية للأحماض الأمينية الضرورية الإحدى عشر وهى:-

= الميثايونين+ اللايسين+ الليوسن+ الأيزوليوسين+الفالين+الفينيل ألانين+ الزيتوفان+ الأرجنين+ الثريونين+ الهستدين+ الجلايسين.

$$= \frac{\text{كمية الاحماض الاحدى عشر المذكورة}}{\text{كمية البروتين الحقيقى } (TPN \times 6.25)} \times ١٠٠$$

٨- دليل الأحماض الأمينية الحرجة

Critical Amino Acids Index (CAAI)

هذا المقياس يعتبر مقياس عملى حديث وهو تطوير لمقياس أوسر كما أنه أكثر فائدة منه فى تقييم البروتينات للطيور فهو يعتمد على الأحماض الأمينية الحرجة وليس على كل الأحماض الأمينية الضرورية لأن العبرة فى التغذية العملية وخاصة فى الدواجن إنما فى توفير الأحماض الأمينية الضرورية فى العليقة من خلال الأعلاف التى غالبا ما تكون أكثر من مادة علف واحدة كمصدر لأى من البروتين والطاقة وتقييم بروتين كل مادة علف على حدة يجعل قيمها لا تعبر

عن الحالة الحقيقية التي تترتب على خلط أكثر من مادة علف منـــها فى عليقـــه الطيور مما يجعل القيم المتحصل عليها من هذه الطرق غير عملية.

وقد لاحظ الباحثون منذ فترة طويلة أن بعض الأحماض الأمينية الضرورية مع أن الطيور لا تستطيع تخليقها داخل الجسم إلا أنها متوفرة فى العلائق الطبيعية بكميات تزيد عن احتياجات الطيور منها وبالتالى فليس هنا مشكلة بخصـــوص هذه الأحماض إلا أن بعض الأحماض الأخرى كثيرا ما تكون كمياتها قليلـــة فى بعض الأعلاف أو فى الكثير منها وعند خلط الأعلاف فى العلائق فربما يكـــون محتوى هذه العلائق من هذه الأحماض منخفضا وأقل من احتياجـــات الطيـــور وكان Schaible سنة ١٩٧٠ هو أول من سمى هـــذه الأحمـــاض بالأحمـــاض الأمينية الحرجة Critical amino acids.

وبالتالى فإن إدخال كميات الأحماض غير الحرجة فى حســـاب التقييـــم سوف يفسده ويجعله مضللا أو غير عملى لأن الزيادة أو القلة النســـبية لهـــذه الأحماض غير الحرجة يغير من قيمة البروتين فى هذه المقاييس دون أن يغير مـــن استفادة الطائر من هذا البروتين لأن كل هذه التغييرات ستكون فيما هو فـــوق احتياجاته وانما الذى يؤثر مباشرة فى استفادة الطائر من بروتين العليقـــة هـــو محتوى مواد العلف الداخلة فى تشكيلها من الأحماض الأمينية الحرجة .

وقد سمى Schaible سنة ١٩٧٠ خمس أحماض حرجة هى:

الميثايونين- اللايسين — الأرجنين- السستين- التريتوفان

إلا أن بحوث كثيرة فى الفترة التالية له دلت على أن الثريونين هو أحـــد

هذه الأحماض الحرجة والمحددة فى مواد العلف وربما كان هو الحمض الثالث من حيث انخفاض محتواه فى مواد العلف عن احتياجات الطيور منه يلى كــل مــن اللايسين والميثايونين.

وقد صممنا هذا المقياس على اسلوب مقياس أوســر إلا أنــه وضــع فى الاعتبار تلك الأحماض الأمينية الحرجة الستة فقط ليكون مقداره هــو الجــزر الخامس لحاصل ضرب النسب المئوية لمحتوى هذه الأحماض الستة فى الـــبروتين المختبر مقسومة على محتواها فى بروتين البيض الكامل مع الوضع فى الاعتبـــار جمع نسبتى كل الميثايونين والسستين معا.

$$CAAI = 100 \times \sqrt[5]{\frac{A_t}{A_r} \times \frac{L_t}{L_r} \times \frac{M_t + C_t}{M_r + C_r} \times \frac{T_t}{T_r} \times \frac{R_t}{R_r}}$$

حيث:

CAAI = دليل الأحماض الأمينية الحرجة

$R_t, T_t, C_t, M_t, L_t, A_t$ = هى النسبة المئوية لكــــل مــن الأرجنـــين واللايسين والميثايونين والسستين والثريونين والتربتوفان فى البروتين المختبر علـــى الترتيب.

$R_r, T_r, C_r, M_r, L_r, A_r$ ـ هى النسبة المئوية لكــــل مــن الأرجنـــين واللايسين والميثايونين والسستين والتريوتين و التربتوفان على الترتيب فى بروتين البيض الكامل أو بروتين لبن البقر كبروتين قياسى.

الفصل الرابع

الطرق التى تعتمد على الهضم الإنزيمى

بعد أن عرفت علاقة قيمة البروتين ونسبة الأحماض الأمينية أقـــتراح كل من Melnick ومساعديه سنة ١٩٤٦ و Riesen ومساعديه سـنة ١٩٧٤ أن قيمة البروتين تتأثر بعامل أخر هو معدل انطلاق الأحماض الأمينية مـــن البروتين بواسطة الهضم بعصارة البنكرياس .

وتلا ذلك ما أكده Horn ومساعديه سنه ١٩٥٢ حيث اســـتطاعوا تقييم البروتين بقياس الأحماض الأمينية التي تحـــررت بواســطة البيبســين والتربسين وقد أعطت هذه الطرق توافقا موجبا واضحا مع القيمة الحيويـــة Bilogical Value لكسب القطن .

١-الهضم الخارجي **Digestion *in Vetro***

وفيها تطحن عينة المادة المراد اختبار بروتينها جيدا وتخلط بمحلـــول منظم ويضبط تركيز أيون الأيدرجين إلى درجة مناسبة (حمضية مع البيبسين والبابين وقلويا مع التربسين وإبريسين) ثم يخلط مع الإنزيم الهاضم وتضبـــط درجة الحرارة على٧ ° م وتترك لمدة ٤٨ ساعة .

يضاف إلى المخلوط مادة مجمعة للبروتين (ثلاثي كلورو حمض الخليك أو أحد أملاح حمض التنجستيك) ثم يرشح وتقدر الأحماض الأمينية الحرة في

المرشح وهى الجزء المهضوم بالإنزيمات ثم تقدر الأحماض الأمينية الكلية فى المادة الغذائية عن طريق التحليل الحمضى وتحسب النسبة المهضمية كالاتى:

$$\text{النسبة المهضمية (خارجياً)} = 100 \times \frac{FAA}{TAA}$$

حيث : FAA= وزن الاحماض الامينية الحرة التى تحررت بالانزيم

TAA = وزن الاحماض الامينية الكلية

وأشهر الإنزيمات التى أستخدمت فى ذلك مسحوق البنكرياتين والبيسين.

أ-استخدام مسحوق البنكرياتين

وتستخدم هذه الطريقة مع البروتينات النباتية لكن صلاحيتها مع البروتينات الحيوانية أقل .

ويتم فيها استخدام مسحوق البنكرياتين المجفف وتقدر الأحماض الأمينية الحرة بعد ٤٨ ساعة مع إضافة مسحوق البنكرياتين وضبط درجة الحرارة عند ٣٧°م .

ب-الهضم بالببسين :

ويستخدم بتركيز ٠,٠٢ % ويعطى نتائج جيدة مع البروتينات الحيوانية توافق التقييم الحيوى بإستخدام الكتاكيت .

٢ -–معامل هضم الببسين

Pepsin –Digest Residue (PDR)

وتجرى هذه الطريقة بشكل مشابه للطرق السابقة وقـــد يســتخدم البيسين أ, التربسين أو الأربسين أو خليط من إثنين منهم أو منـــهم جميعـاً وأول من نشر هذه الطريقة هو Sheffiner ومساعدية سنة ١٩٥٦.

- يضاف ٢٥ مليجرام من مسحوق البيسين تركيز (١: ١٠٠٠٠) إلى الغذاء الذى يحتوى على جرام واحد بروتين يضاف إلى ٣٠ ملى مـــن محلول عشر عيارى من حمض الكبريتيك ويترك لمدة ٢٤ ســاعة علـى درجة حرارة ٣٤ °م.

- وعند استخدام التربسين أو الأربسين فتستخدم محاليل قلوية وعنـــد استخدام خليط من البيسين والتربسين تستخدم أيضا محـــاليل قلويـــة حيث يتم أولا الهضم بالبيسين بالظروف السابقة ثم يضاف ٣ جرام مـن فوسفات البوتاسيوم ثنائية الهيدروجين ويضبط تركيز الأيدروجين علـى pH(٨,٤) ثم يضاف ٢٥ مليجرام من التربسين وتترك لمدة ٢٤ ســاعة أحرى على درجة حرارة ٣٤ °م.

تقدر الأحماض الأمينية الضرورية فى الجزء المهضوم وهى الأحمـــاض الأمينية الحرة ثم تقدر الأحماض الأمينية الكلية فى البروتين المختـــبر وذلــك بالمليجرام | جرام من االبروتين ويسجل ذلك فى جدول كالأتى:

تسجل النتائج المتحصل عليها مع بروتين البيض ومع البروتين المختـــبر

وليكن هنا فى هذا المثال هو الكازين (ملخص تجربة شفنر ومساعديه سنة ١٩٥٦)

كيفية حساب (PDR)

(١) تحسب النسبة المهضمية لكل حمض سواء مع البروتين القياسى (البيض) أو المختبر (الكازين) وهى عبارة عن النسبة المئوية لكمية الحمض المهضومة إلى مجموع الأحماض الأمينية الضرورية الإحدى عشر المهضومة.

فمثلاً النسبة المهضمية للـ Histidine (فى البيض)

$$= \frac{0.45}{163.5} \times 100 = ٠,٢٨ \quad \text{.....................(A)}$$

النسبة المهضمية للـ Histadine فى الكازين

$$= \frac{0.07}{73.3} \times 100 = ٠,١ \quad \text{..............................(B)}$$

(٢) تحسب قيمة ما يعرف بـ" النسب القياسية المهضومة Digest egg ratio

وهى لكل حمض أمينى = $\frac{(B)}{(A)} \times 100$ وهى للهستدين = ٣٥,٧

(٣) تحسب النسبة المتبقية لكل حمض سواءً مع البروتين القياسى (البيض) أو المختبر (الكازين)بنفس الطريقة السابقة

جدول (٢١) الأحماض الأمينية الضرورية من بروتين البيض ولكازين

بعد هضمها بالببسين (مليجرام | جرام بروتين)

الاحماض الامينية	بروتين البيض (القياسى)			بروتين الكازين (المختبر)		
	الكلى	المهضوم	المتبقى	الكلى	المهضوم	المتبقى
Histidine	٢٦,٨	٠,٤٥	٢٦,٤	٣١,٨	٠,٠٧	٣١,٧
Lysine	٨٢,٨	٢,٩	٧٩,٩	٨٠,٨	٠,٣٤	٨٠,٥
Methionine	٣١,٦	٧,٢	٢٤,٤	٣٠,٤	٠,١٦	٣٠,٢
Cystine	٢١.٤	٠,٥٤	٢٠,٩	٣,٤	٠,٠٧	٣,٣
Phenylalanine	٥٥,٤	١١,٤	٤٤,٠	٥٥,٤	٤,٨	٥٠,٦
Tyrosine	٣٦,٣	٥,٩	٣٠,٤	٥٢,٠	٦,٢	٤٥,٨
Leucine	٨٠,٧	٥٢,٥	٢٨,٢	٩٨,٤	٣٨,٢	٦٠,٢
Isoleucine	٥٥,٤	٣٨,٢	١٧,٢	٥٨,١	٥,٩	٥٢,٢
Valine	٦٦,٣	١١,٧	٥٤,٦	٧٢,٥	١,١	٧١,٤
Threonine	٤٩,٠	٢٥,٩	٢٣,١	٤١,٢	١٢,٥	٢٨,٧
Tryptophan	١٣,٥	٦,٨	٦,٧	١١,٦	٤.٠	٧,٦
Total	٥١٩,٢	١٦٣,٥	٣٥٥,٨	٥٣٥,٥	٧٣,٣	٤٦٢,٢

(٤) تحسب قيمة" النسب القياسية المتبقية " "Residue egg ratios"

وهى لكل حمض امينى = $\frac{R_T}{R_S} \times 100$

حيث R_T = النسبة المتبقية فى البروتين المختبر

R_S = النسبة المتبقية فى البروتين القياسى

(٥) تحسب قيمة Cydtine و Merionine بنفس الطريقة معا كوحدة واحدة وكذلك Tyrosineو phenylalanine

(٦) يقـــدر المتوســـط الهندســـى للأجـــزاء المهضومـــــــة بالببســـــين (PDF) Pepsin Digest Fraction

$$PDF = \sqrt[9]{D_H \times D_L \times ....\times D_T}$$

حيث : D_H = النسبة الهضمية للهستدين

D_L = النسبة الهضمية للايسين

و هكذا حتى D_T= النسبة الهضمية للتربتوفان

(٧)يقدر المتوسط الهندسى للأجزاء المتبقية (RF) Residue fraction

$$RF = \sqrt[9]{RH \times RL \times ....\times RT}$$

حيث : R_H = النسبة المتبقية للهستدين

R_L = النسبة المتبقية للايسين

و هكذا حتى R_T= النسبة المتبقية للتربتوفان

والجدول (٢٢) التالى يوضح نتائج الحسابات السابق شرحها فى مثال شفنر

٨- النسب القياسية التى تقل عن الواحد الصحيح تعتبر واحد صحيح تلافياً للحصول على لوغاريتم سالب عند حساب المتوسط الهندسى .

٩- النسب القياسية التى تزيد عن مئة تعتبر مئة ولا يعتد بالزيادة

جدول (٢٢) مثال لحساب PDR

الاحماض الامينية	نسب المهضوم بالبسين			المتبقي		
	للبيض	للكازين	PDF	للبيض	للكازين	RF
Histidine	٠,٢٨	٠,١	٣٥,٧	٧,٤٢	٦,٨٦	٩٢,٥
Lysine	١,٧٧	٠,٤٦	٢٦,٠	٢٢,٤٦	١٧,٤٢	٧٧,٦
Methionine	٢,٤	٠,٢٢	–	٦,٨٦	٦,٥٣	–
Cystine	٠,٣٣	٠,١	–	٥,٨٧	٠,٧١	–
Met.+ Cys.	٤,٧٣	٠,٣٢	٦,٨	١٢,٧٣	٧,٢٤	٥٦,٩
Phenylalanine	٦,٩٧	٦,٥٥	–	١٢,٣٧	١٠,٩٥	–
Tyrosine	٣,٦١	٨,٤٦	–	٨,٥٤	٩,٩١	–
Phe.+tyr.	١٠,٥٨	١٠,١٦	٩٦,٠	٢٠,٩١	١٩,٤٩	٩٣,٢
Leucine	٣٢,١١	٥٢,١١	١٠٠	٧,٩٢	١٣,٠٢	١٠٠
Isoleucine	٢٣,٣٦	٨,٥٥	٣٤,٥	٤,٨٣	١١,٢٩	١٠٠
Valine	٧,١٦	١,٥	٢٠,٩	١٥,٣٤	١٥,٤٥	١٠٠
Threonine	١٥,٨٤	١٧,٠٥	١٠٠	٦,٤٩	٦,٢١	٩٥,٧
Tryptophan	٤,١٦	٥,٤٦	١٠٠	١,٨٨	١,٦٤	٨٧,٢
المتوسط الهندسي			٤٢,٣			٨٨,٠

$$PDF = \sqrt[9]{35.7 \times 26.0 \times 6.8 \times 96.0 \times 100 \times 34.5 \times 20.9 \times 100 \times 100}$$

$$= 42.3$$

$$RF = \sqrt[9]{92.5 \times 77.6 \times 56.9 \times 93.2 \times 100 \times 100 \times 100 \times 95.7 \times 87.2}$$

$$= 88.0$$

١٢- يصحح المتوسط الهندسي للنسبة الكلية للمهضوم بين البروتين المختبر إلى البروتين القياسي

$$PDF_{المصحح} = PDF \times \frac{\sum D_T}{\sum D_S}$$

حيث $\sum D_T$ = مجموع المهضوم من البروتين المختبر (الكازين)

$\sum D_S$ = مجموع المهضوم من البروتين القياسى (البيض)

$$= 42.3 \times \frac{73.3}{163.5} \text{(جدول ٢١)} = 18.95$$

$$RF_{المصحح} = RF \times \frac{\sum R_T}{\sum R_S}$$

حيث $\sum R_T$ = مجموع المتبقى من البروتين المختبر (الكازين)

$\sum R_S$ = مجموع المتبقى من البروتين القياسى (البيض)

$$= 88 \times \frac{462.2}{355.8} \text{(جدول ٢١)} = 114.32$$

١٣- تحسب النسبة المهضمية الكلية للبيض وهى (Digest in Vetro)وهو المقياس المحسوب بالطريقة الأولى من هذه المجموعة

$$٣١,٥ = \frac{FAA}{TAA} \times 100 = DP$$

حيث : DP= النسبة المهضمية

FAA= وزن الاحماض الامينية الحرة التى تحررت بالانزيم

TAA = وزن الاحماض الامينية الكلية

١٤-تحسب النسبة المتبقية (digestin Vetro) و هى (IP) و تساوى القيمة السابقة مطروحة من ١٠٠ اى = ١٠٠ - ٣١,٥ = ٦٨,٥

١٥- يحسب PDR وهو يساوى

$$PDR = (PDF)^{DP} \times (RF)^{RP}$$

حيث: PDR = معامل هضم الببسين

DP = النسبة الهضمية

RP = النسبة المتبقية

PDF = المتوسط الهندسى للمهضوم

RF = المتوسط الهندسى للمتبقى

$$= (18.95)^{0.315} \times (114.32)^{0.685} = 64.9$$

والجدول(٢٣) التالى يوضح مقارنة بين تقييم بعـــض البروتينـــات لطريقة PDR وطرق أخرى

جدول (٢٣) تقييم بعض البروتينات بطرق مختلفة

البروتينات	CS	PDR	NPU	النسبة الهضمية DC	القيمةالحيوية B V
بروتين البيض الكلى	١٠٠	١٠٠	٩٧	٩٩	٩٨
البيومين البيض	٨٤	٩٥	٩٧	١٠٠	٩٧
بيض منزوع الدهن	٧٥	٨٣	٨٤	٩٧	٨٧
البيومين اللبن	٧٠	٨٢	٨٢	٩٨	٨٤
بروتين فول الصويا	٤٤	٧١	٧٢	٩٦	٧٥
الكازين	٦٤	٦٥	٦٦	٩٧	٦٨
بروتين خميرة جافة	٣٦	٦١	٦١	٩٣	٦٦
بروتين دقيق القمح	٢٦	٥١	٥٢	١٠٠	٥٢

الفصل الخامس

الطرق التى تعتمد على الأحياء الدقيقة

(المجموعة الخامسة)

يستخدم فى هذه الطرق أنواع من الكائنات الدقيقة أهمها :

أ-الفطريات:

أستخدم فى عمليات التقييم فطر Tetrahymena Pyriformis

أستخدم Fenell ١٩٥٦ . وكذلك أستخدم Rock land Dunn سنة ١٩٤٧ و Anderson Williams سنة ١٩٥١ TERAHYMENA GELEII

ب - البكتريا :

أستخدم Ford سنة ١٩٦٠. ١٩٦٢ Streptocossus Zymogenes فى عمليات التقييم وهو نوع من البكتريا لها قدرة على تحلل البروتين وتحتاج لنموها الطبيعى الى ٨ أحماض أمينية ضرورية .

وكذلك استخدم Halevy, Grossowiez سنة ١٩٤٣ Srtept. Fecalis

١- الهضم الميكروبى Micrabial Digesrion

وهى طريقة تشبه طريقة الهضم الخارجى بالإنزيمات إلى حد كبير إلا أن الفرق بينهما فى أن الهضم الخارجى بالإنزيمات يستخدم معه إنزيمات مستخرجة من حيوانات راقيه مثل البيسين أو مسحوق البنكرياتين أو حتى مستخرجه من نباتات راقية مثل إنزيم البيابين أما فى هذه الطريقة فيستخدم ميكروب (فطر أو بكتريا) حيث يقوم الفطر أو البكتريا بإفراز إنزيمات محلله للبروتين تقوم بالعمل على البروتينات مما يؤدى إلى تحرر الأحماض الأمينية ويكون ذلك مقياساً لقيمة البرويتن وكلما زادت هذه القيمة دل على ارتفاع نوعية البروتين .

٢- التقييم الميكروبى Microbioligical Assay

وهذه الطريقة تشبه طريقة تقدير الأحماض الأمينية باستخدام نمو الميكروبات ويتم من خلالها الحكم على قيمة البروتين بمدى نمو هذه الميكروبات عليه وكلما زاد النمو دل ذلك على القيمة العالية للبروتين .

ويتم فى هذه الطرق تحرر الأحماض الأمينية من البروتين أولا أما بطريق كيميائى مثل التحلل الحمضى والقلوى بحمض الهيدروكلوريك وأيدروكسيد الصوديوم وأما بطرق إنزيمية كما سبق شرحة فى الفصل السابق.

وينمى الفطر أو البكتريا على عينه من هذا المهضوم الرائق بعد ترشيحه بحيث تحضر بيئة مناسبة تحتوى على جميع الاحتياجات الغذائية من الفيتامينات والطاقة والأملاح المعدنية وتوضع الأحماض الأمينية فيما عدا حمضاً واحداً يترك

لكى تحصل عليه الميكروبات من مهضوم البروتين المختبر ثم يقاس نمو الميكـروب بقياس كمية التعكير فى المحلول بواسطة جهاز قياس التعكـير Nephelometer ويقارن بمزرعة من الميكروب تحوى نفس البيئة فيما عدا البروتين المختبر.

وفى حالات أخرى يمكن الاستدلال على نمو البكتريا بإضافة الجلوكـوز إلى العينه ثم تقدير حمض اللاكتيك للدلالة على النمو فكلمـا زاد النمـو زاد مقدار ما تحوله البكتريا من السكر إلى حمض اللاكتيك للحصول على الطاقـة اللازمة لنموها . ويتم تقدير حمـض اللاكتيـك بطريقـة بسـيطة بمعايرتـه بأيدروكسيد الصوديوم معلوم القوة .

(٣) القيمة الغذائية النسبية Relauive Nutrative Value (RNV)

وهى الطريقة التى نشرها Fernell ، Rosen سنة ١٩٥٦ وهى تشـبه الطريقة السابقة إلا أن نمو الميكروب على كمية معلومة من الـبروتين المختـبر تنسب إلى نمو الميكروب نفسه على كمية متساوية من الكازين .

أى أن $RNV = \frac{MG_T}{MG_C} \times 100 = \frac{R_T}{R_C} \times 100 = \frac{Na_T}{Na_C} \times 100$

حيث: MG_T = كمية نمو الميكروب على البروتين المختبر

MG_c ـ كمية نمو الميكروب على الكازين

R_T = قراءة جهاز التعكير مع البروتين المختبر

R_C =قراءة جهاز التعكير مع الكازين

Na_T = حجم ايدروكسيد الصوديوم الذى عاير تجربة الاختبار

Na_C = حجم ايدروكسيد الصوديوم الذى عاير تجربة الكازين

صدر للمؤلف

عن دار الهدى للنشر والتوزيع

تغذية الدواجن

في ثلاثة مجلدات

- الجزء الاول: الاسس العامة و تشكيل العلائق
- الجزء الثانى: الفيتامينات
- الجزء الثالث: العناصر المعدنية


الباب الثالث
طرق التقييم
على
حيوانات التجارب

الفصل الاول

حيوانات التجارب

مقدمة

المقصود بحوانات التجارب : الحيوانات التى تجرى عليها عملية التقييـــــم الحيوى للبروتينات بحيث تعرض اثناء اجراء التجارب الى ظروف غير طبيعيـــــة قاسية لا يجوز اجراؤها مع الانسان و يكون اجراؤها على حيوانات الانتاج غير اقتصادى.

و تتلخص الظروف القاسية غير الطبيعية التى تعــــرض لهـــا حيوانـــات التجارب فى بحوث التقييم الغذائى الحيوى فى اربعة اشكال هى:

١- القتل بدون ذبح للحصول على الكتلة الحية للحيوانت جميعها بـــدون فقد اى جزء منها بما فى ذلك الدم و الريش و الشعر و غيرها.

٢- التعرض لظروف غذائية جائرة مثل تغذية حيوانات التجارب علــــى عليقة خالية من البروتين تماما او خالية من عنصر غذائى معين اة قليلة فى هــــذا العنصر.

٣- الحصول على اجزاء او اعضاء من الحيوان لتحليلهاو تقدير بعــــض

المكونات بها.

٤- اجراء عمليات جراحية على الحيوان لادخالاجسام فى قناته الهضميــة او تحويل مسار الغذاء او الاخراج كعمل قناة خارجية فى المرئ او فى لكـــرش تسمى " الفيستولا Vestula " او كفصل نهاية الحالبين عن فتحـــة المجمـــع فى الدجاج عند اجراء تجارب الهضم عليها.

الفئران و الجرذان

و يستخدم منها نوعان هما :

- الفأر الأبيض السويسرى الصغير (Mice)
- الفأر الابيض الكبير (الجرذ) (Rat)

و الجدول (٢٤) يوضح اهم صفات و خصائص كل منهما :

طريقة الاكثار

عادة تستخدم اعداد كبيرة من حيوانات التجارب المستخدم فيها الفـئران او الجرذان فى اعمار و اوزان تكاد تكون متماثلة ، و كثيرا ما يفضل اســتخدام هذا النوع من حيوانات التجارب لامكان استـــخدام اعداد اكبر من التوائم ،

جدول (٢٤)

مقارنة بيت صفات و خصائص الفأر و الجرذ

المستخدمين كحيوانات تجارب

البيانات	الفأر الأبيض السويسرى الصغير	الفأر الأبيض الكبير (الجرذ)
وزن الذكر البالغ (جرام)	٢٠-٤٠	٣٠٠-٤٠٠
وزن الأنثى البالغة (جرام)	٢٥ - ٩٠	٢٥٠-٣٠٠
وزن الفأر عند الولادة(جرام)	١,٥	٥-٦
سن الأنثى عند للتلقيح (يوم)	٥٠-٦٠	١٠٠
وزن الأنثى عند للتلقيح(جرام)	٢٠-٣٠	٢٠٠
سن الذكر عند للتلقيح (يوم)	٦٠	١٠٠
وزن الذكر عند للتلقيح(جرام)	٢٠-٣٥	٣٠٠
فترة التزاوج (يوم)	٢١	٥
سن الفطام (يوم)	٢١	٢١
فترة الحمل (يوم)	١٩-٢١	٢٠-٣٠(٢١)
متوسط عدد النتاج	١٢(١٢-١٦)	٨ (٤-١٢)
عدد مرات النتاج للأنثى فى مدة سنة	٦ مرات	٦ مرات
الاحتياجات من ماء الشرب (مل/يوم)	٥-١٠	١٥-٢٥
الاحتياجات من الغذاء (جم/يوم)	٥	١٢-١٥
ابتداء اكل النتاج للعليقة الجافة (يوم)	١٠	١٢

تابع جدول (٢٤)

البيانات	الفأر الأبيض السويسرى الصغير	الفأر الأبيض الكبير (الجرذ)
درجة الحرارة التى يعيش فيها الفأر	٧٢ فهرنهيت	٧٠-٨٠فهرنهيت
درجة الرطوبة التى يعيش فيها الفأر	٤٥-٥٥%	٤٥-٥٠%
حرارة جسم الفأر نفسه	٩٧,٧ فهرنهيت	٩٧,٧فهرنهيت
الوزن عند الفطام (جرام)	٨-١٢	٤٠-٥٠
مدة حياة الذكر (سنة)	١	١
مدة حياة الأنثى (يوم)	١	١
النسبة الجنسية	١ : ٤	١:٤
طول دورة الحيض (يوم)	٤-٥	-

لذلك يجب ان يقوم الباحث باكثار حيواناته بحيث تكون امامه فرصة اكبر للإختيار و المماثلة .

و المعلومات التالية يمكن الاستفادة منها فى ذلك.

(أ) طرق التزاوج و التربية

يتبع فى ذلك طريقتان للتزاوج فى فترة الاكثار داخل صناديق التربية و

هى صناديق مختلفة عن صناديق التمثيل الغذائى المستخدمة فى تقدير مقـــاييس تقييم الغذاء :

الطريقة الأولى: و تسمى (وحيدة التزاوج) و يستخدم فيها ذكر واحـد مع أنثى واحدة ، ومن مميزات هذه الطريقة ضمان حدوث عملية التلقيـح ، و لكن من عيوبها الاحتياج الى ذكور كثيرة بما تمثله من زيادة التكاليف.

الطريقة الثانية : و تسمى (عديدة التزاوج) و يستخدم فيها ذكر واحـد مع عدة إناث و من عيوبها تفضيل الذكر لبعض الإناث.

و الخطوات التالية يمكن الاسترشاد بها عند إكثار الفـــئران و الجـــرذان بغرض استخدامها فى تجارب التقييم الغذائى [1]

- يوضع ذكر مع انثتين فى كل صندوق تربية
- تحمل الانثى و تلد فى نفس الصندوق
- يفصل النتاج فى سن ٣ اسابيع
- بعد ٥-٦ ايام تبدأ الأنثى فى ولادة الجيل الثانى

او يمكن ايضا اتباع النظام التالى :

- يوضع ذكر واحد مع ٣ : ٤ اناث فى كل صندوق من صناديق التربية
- تراقب الاناث فى اليوم ١٦ لمعرفة الاناث الحوامل
- تستبعد الاناث الحوامل ويوضع اناث ناضجة اخرى

[1] نقلا عن المتبع فى وحدة الابحاث الطبية البحرية الامريكية (نمرو)

- توزع الاناث الحوامل كل انثى فى صندوق تربية
- تفحص هذه الاناث يوميا ويسجل تاريخ الولادة
- يفضل الذكور عن الاناث (فى الحلقات ، بعد ٢١ يوم من الميلاد)

العنـــاية بالصغار

فى الفأر : يولد مقفل العينين غير مكسو بالشعر وزنه ١,٥ جم تقريبـــا ويبدأ الشعر فى الظهور فى اليوم الرابع وتفتح العينان فى اليوم السابع او الثـــامن ويفطم بع ١١-١٥ يوم من الميلاد ويكون وزنه وتفتح وزنه عند النظـــام ٨-١٢جم وتفضل الذكور عن الإناث فى سن ١٢ يوما

فى الجرذ : تولد الصغار عارية مغلقة العيون أيضا وتفتح العينان بعــد ١٠ - ١٢ يوم وترعى الأنثى من ٨-١٢ جرذا صغيرا وإذا زاد العدد عـــن ذلـك يوضع تحت أمهات أخرى .

التعامل مع الفئران كحيوانات تجارب

١- التمييز بين الذكر والانثى

فى الفئران الصغيرة :

الذكر : المسافة بين عضو التذكير وفتحة الشرج طويلة ومغطاة بالشعر

الانثى : هذه المسافة قصيرة جدا وخالية من الشعر

فى الجرذان :

يمسك الجرذ باليد من تحت ابطه وتضغط احشائه الى اسفل على الجهاز التناسلى فتظهر الخصيتين بينما نجد فى الانثى تكون فتحة التناسل قريبة من فتحة الشرج وخالية من الشعر .

٢- طريقة مسك الفأر

- تمسك الفأران الصغيرة من الذيل لمسافة قصيرة او من الجلد السائب فوق الظهر او من العنق او بواسطة ملقط طويل .

- وتمسك الجرذان من الذيل ثم بنفس اليد من الجلد فوق الظهر خلف العنق او يمسك من تحت الأبط وخاصة اذا كان الهدف من المسك هو فرز الجنس او الحقن ، ويمكن ان يمسك من الذيل لمدة قصيرة جدا

ملاحظات على طرق المسك

١- يجب ان تتوقف طريقة المسك فى حالة اجراء التجارب

٢- يجب وضع الفأر بطريقة لطيفة فى الصندوق ولا يلقى به

٣- يمكن بالخبرة المسك بأقل ضغط ممكن

٤- الحبلى لها عناية خاصة عند نقلها

٥- اذا ولدت الانثى اثناء النقل تترك فى صندوقها وتوضع علامة عليها لنقلها فيما بعد

٣- معرفة الانثى الحامل

تظهر علامة سوداء من المخاط الشمعى عند فتحة الرحم فى الساعات ٢٤ الاولى بعد التزاوج وتنزل مادة بيضاء اللون مع البراز تبدأ فى اللون القاتم بعد ذلك حتى لا يمكن معرفتها من البراز العادى

٤- المشاكل التى تواجه تربية الفئران

١- اكل الانثى صغارها

ويكون ذلك لاسباب منها :

- قلت ماء الشرب
- قلت الغذاء
- اختلاف درجة الحرارة والرطوبة
- حالة البرد الشديد
- انخفاض درجة حرارة الصغار حيث تترك الام حضانتها ثم تأكلها

٢- المشاجرة :

تتشاجر الفئران الغريبة عن الام الاتية من مجموعة اخرى او التى كانت معزولة عدة ايام وغالباً تكون المشاجرات بين الذكور عنيفة ، حيث يتم شم الفئران لبعضها ثم تبدأ الشجار ، ويمكن التحكم فى ذلك بإخفاء الرائحة بتغطية الفئران الجديدة بكمية وافرة من نشارة الخشب

طريقة تغيير صناديق الفئران

١ - تغير خارج حجرة التربية لعدم تطاير النشارة الملوثــة الى الصنــاديق الاخرى

٢- يجب توفر صناديق اضافية بها نشارة معقمة لتغيير بحيث تنقل اليــها الفئران ثم تأخذ الاخرى لتنظيفها وتعقيمها بالخارج

٣- التغيير يكون فى صفوف رأسية حتى لاتتغبر منضدة التغيير

٤- يجب عدم الضوضاء

السقى

يعطى الماء النظيف مرة كل اسبوع وفى حالات خاصة مرتين الى ثلاثـة فى الاسبوع ويحتاج الحيوان الى ٥ مل شتاءً و ١٠ مل صيفاً اما الجرذان فتحتــاج الى ١٥ مل شتاءً و ٢٥ مل صيفاً

التغذية

- يجب ان يحفظ الغذاء فى درجة حرارة منخفضة
- يجب الا يخزن اكثر من ٣٠ يوماً
- افضل انواع العلائق هى المصنعة الجافة والمحتوية على مواد تســاعد على نمو الحيوان نمو طبيعياً وتجعله فى صحة جيدة
- هناك انواع اخرى من الخبز المخلوط باللبن (علائق طازجة)
- هناك انواع من الغذاء يتكون الحبوب المطحونة مضافا اليها بعــض

الفيتامينات والبروتينات.

- الافضل هو استخدام الغذاء المصنع على هيئة مكعبات حيث انهـا بعيدة عن التلوث
- يحتاج الفأر الصغير الى ٥جم فى اليوم ويحتاج الجرذ ما بين ١٢ - ١٥ جم فى اليوم

الفرش

تستعمل نشارة الخشب او التبن وينصح بتعقيمها بوضعها فى اوتوكلاف وتسخينها على درجة مناسبة

الفحص الطبى

- يجب انظر العابر وعند تغيير الصناديق وعزل الحيوانات المصابة وفحصها واذا وجد بها اى مرض او طفيليات فتستبعد المجموعة كلها.
- يجب اعدام الصغار الاقل من الوزن الطبيعى او بطيئة النمو او التى تظهر عليها علامات غير طبيعة ويمكن معرفة ذلك بالخبرة وبمجرد النظر.

تنظيف الحجرة

١ - تغسل ارضية الحجرة بالخرطوم او تبلل وتجفف اذا لم يكن بالحجرة

بالوعة للمجارى ويكون ذلك يومياً

٢- تحك الارضية وتغسل بالماء والصابون والمطهر اسبوعياً

٣- تغسل الحوائط بالماء والصابون والمطهر مرة كل ثلاثة شهور على الاقل وتزال الاتربة عن الحوائط عند الضرورة

٤- ترش الحجرة بالمبيد الحشرى المناسب لقتل الصراصير والحشرات الاخرى مرة كل اسبوع على الاقل

٥- يغير هواء الحجرة عشر مرات فى الساعة باستخدام شفاطات مناسبة

٦- يكون معدل الاضاءة ١٢ ساعة يومياً

تنظيف الصناديق

تحك الصناديق بمحكة وتغسل بالماء الساخن والصابون وتطهر بمطهر كيماوى غير ضار بالحيوان وتترك على حواملها حتى تجف وذلك مرة كل اسبوعين على الاقل ويتم التنظيف خارج مبنى التربية .

تنظيف زجاجات الماء

توضع الزجاجات فى حوض به ماء نظيف وصابون و تستخدم فرشة يسهل دخولها الى الزجاجة ثم تشطف فى حوض اخر ويكرر ذلك مرة كل اسبوع على الاقل وفى حالة العدوى تعقم الزجاجات فى اوتوكلاف قبل الغسيل والشطف .

تنظيف ادوات الحجرة

- تنظف اللمبات المعلقة بالسقف و الحوائط و المواسير و فتحات التكييف مرة كل شهر
- ينظف فلتر التكييف مرة او اكثر كل شهر
- تنظف المراوح و مراوح الشفط مرة كل اسبوع على الاقل
- تطهر عربات الاكل و المناضد المستعملة بالماء و الصابون و المطهر
- يجب عدم تخزين الحوامل التى توضع على الصناديق بالماء و الصابون و المطهر اسبوعيا
- تغسل براميل المخلفات اسبوعيا بالماء و الصابون و المطهر
- يوضع بالحجرة اناء به ماء و مطهر لغسل ايدى العاملين بين الحين و الآخر.

نماذج من العلائق الجافة :

فى جدول (٢٥ ، ٢٦ ، ٢٧) نماذج لعلائق جافة خاصة بالفئران او الجرذان فى مرحلة التربية و الاكثار.

- ويلاحظ فى هذه العليقة ان تكون طازجة ولا يجوز تخزينها اكثر من ايام قليلة وذلك داخل ثلاجة حيث تضاف الاملاح الى الماء حتى تذاب ويفضل ان يكون الماء ساخنا ويضاف القمح المطحون شئ فشيئا مع غليان الماء ثم يرفع من على النار ويضاف اللبن مع التقليب ، وعندما تصل درجة المحلول الى ٥٠ درجة مئوية تفرد فى صوانى حتى تبرد تماما ، بعد اتمام الجفاف

تقطع الى قطع صغيرة ثم تترك لتجف اكثر وتقدم للحيوان .

جدول (٢٥)

المكون	%
لبن فرز جاف	٣٠
فول مطحون	٣٠
دم مجفف	٥
لحم مجفف	٥
دقيق قمح	٢٥
املاح (*)	٥

كل ٥ كيلوجرام من مخلوط الاملاح يحتوى على:

كلوريد صوديوم	٦٧٠جم
فوسفات بوتاسيوم ثنائية	١٦٩٠جم
فوسفات كالسيوم ثنائية	٣٨٠جم
كبريتات ماغنسيوم	٤٠٨جم
كربونات الكالسيوم	١٢٠٠جم
سترات الحديد	١١٠جم
ايدور البوتاسيوم	٣.٢جم
كبريتات المنجنيز	١,٤جم
كبرتات النحاس	١,٢جم

جدول (٢٦)

المكون (*)	%
قمح مطحون	٤٦
شعير مطحون	٤٠
مسحوق سمك	٨
لبن فرز جاف	٣
زيت سمك	١
خميرة جافة	١
املاح (**)	١

* يضاف قليل من العسل الأسود وتخفظ جميعها مع إضافة قليل من الماء وتقطع الى قطع صغيرة وتترك حتى تجف وتقدم للحيوانات .

** نفس مخلوط الامـلاح في العليقة السابقة

جدول * (٢٧)

المكون	%
قمح مطحون	٦٦
لبن جاف	٣٣
املاح	١

خنازير غينيا

وهى نوع من القوارض يشبه الخنزير فى الشكل ويشبه الجرذ فى الحجم او قد يزيد عنه قليلاً ، ومعاملاته تشبه ما تحدثنا عنه بالنسبة للفئران .

الكتاكيت

استخدمت فى الآونة الأخيرة لأجراء تجارب وبحوث التقييم الغذائى للاعلاف التى تستخدم لتغذية الطيور وعادة ما تستخدم الكتاكيت كحيوان تجارب عند عمر ١٤ يوماً ، وقد تستخدم ذكور الدجاج (الديوك البالغة لاجراء تجارب الهضم .

والكتاكيت تلى الجرذان والفئران فى اهميتها واستخدامها كحيوان تجارب لتقييم الاغذية ويتحصل منها على قيم تناسب تغذية الدواجن ، ولاكن يعيبها صعوبة فصل البول عن البراز مما يلجئ الباحث الى عمل جراحة لفصل الحوالب عن فتحة المجمع ، الا ان ذلك يعيب النتيجة المتحصل عليها من التجربة اذ يكون الطائر متأثراً بالعملية الجراحية اثناء الاختبار .

وقد يلجئ الباحث الى عمل فصل كيماوى لأزوت البول عن البراز وبذلك تضاف مصادر خطأ اخرى وتكاليف ومجهود اكثر .

ومعاملات الكتاكيت والطيور اثناء التربية هى ذاتها التى ينصح بها فى رعاية وتربية الدواجن وعادة مانؤخذ الطيور للتجربة من طيور المزرعة حسب السن المطلوب .

الكلاب والقطط

قد تستخدم الكلاب والقطط لاجراء تجارب غذائية وخاصة تجارب الهضم المراد اجراؤها على اعلاف حيوانية يصعب اعطاؤها للحيوانات المجترة وحدها ويمكن اجراء عمليات جراحية لعمل فتحات فى المعدة او اى جزء من القناة الهضمية او ادخال فيستيولا فيها .

المجترات

تستخدم العجول الصغيرة او الحملان واحيانا الثيران والكباش لاجراء تجارب غذائية عملية اهمها تجارب الهضم او تجارب دراسة الكرش .

السمان

السمان طائر تجارب مثالى بدأ استخدامه منذ فترة وجيزة و يتميز بالمميزات التالية:

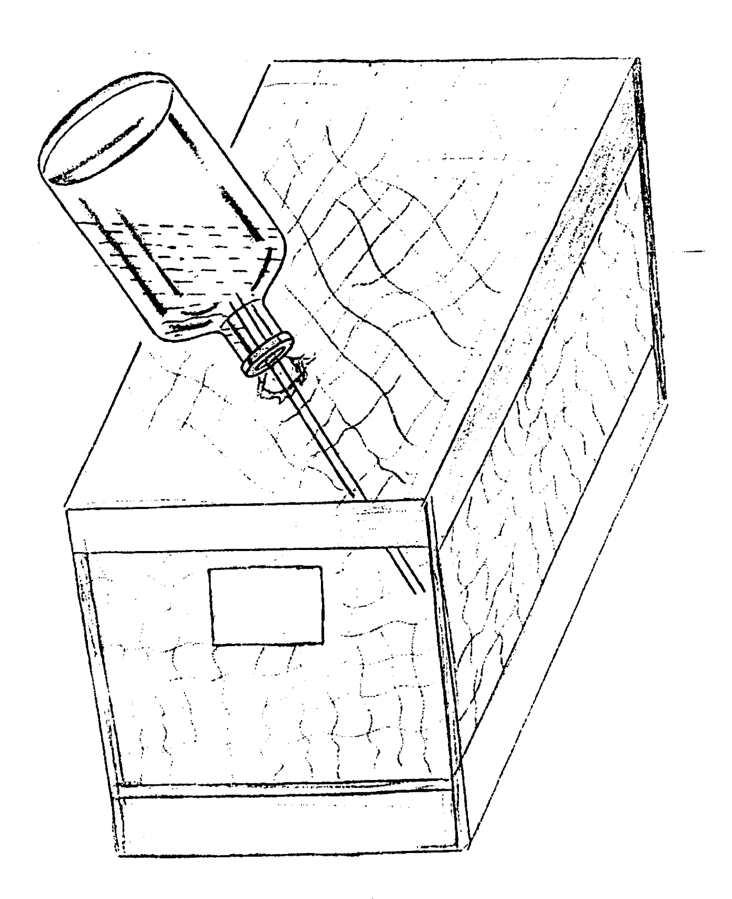
١- ينتمى الى صف لطيور فهو يناسب البحوث الـــتى تجـــرى لتقييـــم الاعلاف المستخدمة فى تغذية الدواجن

٢- طائر حساس للإحتياجات الغذائية يمكن اظهار علامـــات النقـــص بوضوح

٣- يستهلك كمية قليلة من الغذاء فيكون اقل تكلفة و يمكن اســـتخدامة باعداد مناسبة حتى لو كانت المادة الغذائية المراد اختبارها قليلة

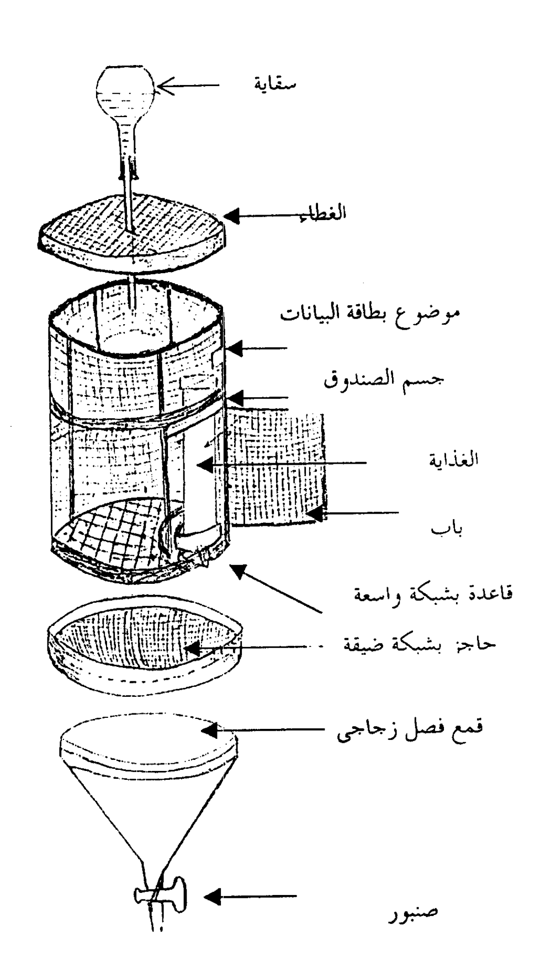
٤- يمكن تكاثره بسرعة نظرا لقصر دورة حياته

٥- حجم الطائر صغير فيكون اقل تكلفة و اسهل اســـتخداما و ايســـر فى رعايته و التعامل معه



شكل (٣)

صندوق التربية للفئران بغرض الاكثار



شكل (٤) : الأجزاء الرئيسية لصندوق التمثيل
الغذائى للفئران والجرذان

الفصل الثانى

العلائق النقية

مقدمة

تستخدم لبعض انواع التقييم الغذائى او لبعض البحوث الخاصة بالتغذية مثل تقدير الاحتياجات الغذائية و حدود السمية للمواد المختلفة الى عمل علائق نقية صافية معروفة المكونات بالضبط ، بحيث يمكن جعلها خالية من اى عنصر غذائى مطلوب دراسته.

و فى حالة تجارب التقييم الغذائى للبروتين تجعل العلائق خالية تماما من الازوت و تسمى هذه العلائق النقية العلائق الخالية من الازوت . Free – Nitrogen purified diets

و يجب ان تحتوى هذه العلائق على العناصر الغذائية جميعها مهما كانت الاحتياجات منها ضئلة ، ويجب مراعاة التناسب بين كميات هذه العناصر الغذائية ، و فيما يلى نماذج مختلفة للعلائق النقية و مخاليط الفيتامينات و الاملاح المعدنية المستخدمة فى تجارب الفئران و الجرذان و الكتاكيت و السمان.

جدول (٢٨)

الاحتياجات الغذائية الأساسية للفئران و الجرذان (*)

(لكل كجم مادة جافة من العليقة)

المكون	الجرذ Rat	الفأر Muse
الطاقة (سعر حراري كبير)	٤٠٠٠	٤٠٠٠
بروتين (N× 6.25) (جم)	٢٠٠	١٦٠
أحماض دهنية ضرورية(على صورة حمض لينوليك)(جم)	٢	٢
فيتامين (أ) Retanol acetate (وحدة دولية)	٢٠٠٠	٥٠٠
فيتامين (د) Vitamin (D)(وحدة دولية)	؟	١٥٠
فيتامين (هـ) α- tocopherol (ملجم)	٦٠	٢٠
فيتامين(ك) Menadione (ملجم)	٠,١	–
فيتامين (ب١) Thiamine (ملجم)	١,٣	٣
فيتامين(ب٢) Riboflavin (ملجم)	٢,٥	٤
نياسين Niacin (ملجم)	١٥	٣٠
فيتامين(ب٦) Pyridoxine (ملجم)	١,٢	١
بانتوثيانات الكالسيوم Ca- patothenate(ملجم)	٨	١٠
كلوريد الكولين Choline chloride (ملجم)	٧٥٠	٥٧٠-١١٤٠
فيتامين(ب١٢) Cobalmin (ميكروجم)	٥	٥
بيوتين Biotin (ميكروجم)	–	+
حمض الفوليك Folic acid (ميكروجم)	–	+
انسيتول Inositol (ملجم)	–	؟
فيتامين(ج) Ascorbic acid (ملجم)	–	–

(+) عنصر يحتاج إليه (–) عنصر لا يحتاج إليه

(*)N R C , (1962) – Publication

جدول (٢٩)

عليقة نقية للفئران والجرذان (*)

المكون	%
نشا ذرة	٨٠
زيت ذرة	١٠
سيليلوز بودرة	٥
مخلوط أملاح (**)	٤
مخلوط فيتامينات (***)	١

(*) Campbell . J. A. , 1963 : Method for determination of PER& NPR, cited by NRC. (1963) – Pub. 1100

(**) USP, XIV

(***) كل ١جم يحتوى على :

فيتامين (أ)	١٠٠٠وحدة	فيتامين (د)	١٠٠وحدة
فيتامين (هـ)	١٠وحدة	فيتامين (ك)	٠,٥ملجم
فيتامين (ب١)	٠,٥ملجم	فيتامين (ب٢)	٠,١ملجم
فيتامين (ب٦)	٠,٤ملجم	حمض بانتوثنيك	٤ملجم
نياسين	٤ملجم	كولين	٢٠٠ملجم
انسيتول	٢٥ملجم	بارا – امينوبتزويك	١٠ملجم
فيتامين (ب١٢)	٢ ميكروملجم	بيوتين	٢٠ميكروملجم
حمض الفوليك	٠,٢ملجم	سيليلوز حتى	١جم

مع ملاحظة ان الفئران الصغيرة تحتاج الى قليل من فيتامين (ج)

جدول (٣٠)

عليقة نقية للفئران[١]

Ingredients	%
Corn starch	84.5
Soybean Oil	8.0
Powder cellulose	2.0
Vitamins Mix.*	1.0
Choline chloride (40%)	0.5
Min . Mixture**	4.0

(*)كما في جدول (٤٠)

(**) كما في جدول (٤١)

- 1-Mokady, S.; S . Yannai ' P,. Einav . And Z. Berk . 1978: Nutritional evaluation of the protein of several algae species for broilers . Arch . Hydrobiol . Beih 11: 89-97

جدول (٣١)

عليقة نقية للفئران[٢]

Ingredients	%
Sucrose	10
Soybean Oil	5
Rice starch	73
Powder cellulose	4
Min . Mixture	6
Vit mixture	2

جدول (٣٢)

عليقة نقية للفئران[٣]

Ingredients	%
Cooking fat	15
Potato starch[(1)]	10
Glucose	15
Vitaminized carbohydrate[(2)]	5
Salt mixture[(3)]	5
Corn starch[(4)]	50

(1)Raw Potato starch is not digested by the rat and its as "bulk" , we have n experience with solka - floc, cellulose , etc.

(2) Miller, 1963. Vit . Mixture.
(3) Salt mixture ofd Miller , 1963
(4) Rice starch is a good substitute

---

[2]- Cremerm H,D, 1963

[3]Miller, D.S. 1963. A Procedure for determination of NPU using rats body N techique, Evaluation of protein quality , Publication 110, National Academy of Sciences. National Research Council , Washington , 1963

جدول (٣٣)

مخلوط فيتامينات للعلائق النقية للفئران [٤]

المكون	كل ١ جرام يحتوى على:
Vit .A	200.0 I .U
Vit.D	20.0 I.U
Alpha – tocopherol	12.0 mg.
Menadione	100.0 mic – gm.
Thiamine	0.6 mg.
Riboflavin	1.2 mg.
Pyridoxine	0.4 mg.
Niacin	5.0 mg.
Ca pantothenat	4.0 mg
P – Aminobenzoic acid	2.5 mg.
Inositol	100.0 mg
Choline Chloride	200.0 mg.
Liver Concentrate (1:20)	25.0mg.
Biotin	1.0 mic- mg.
Folic acid	1.0mic.mg
Cyanocobalamin	1.0 mic . mg
Cellulose poeder q. s	1 gram

4- Oser & Oser , 1956 for RATS Oser, B.L. and M . Oser J., Nutri ., Nutri., 60<367 (1956).

جدول(٣٤)

مخلوط فيتامينات للعلائق النقية للفئران[٥]

Vitamins	*1 Kg contain
Thiamine HCL	60.00 mg
Ca Pantothenate	1200.00mg.
Nicotinic acid	4000.00 mg.
Inositol	4000.00 mg.
P – aminocbenzoic acid	12000.00 mg .
Biotin	40.00 mg.
Folic acid	40.00 mg.
Cyanicbalamin	1.00mg
Choline chloride	12000.00 mg
Made up to 1 Kg with corn starch	

(*) This mixture should be used as 5% in diet

[5]Miller, 1963

جدول (٣٥)

مخلوط معادن للفئران(١)(*)

Salts	1 mg contain (mg)
$CaCO_3$	543.00
$MgCO_3$	25.00
$MgSO_4$	16.00
NaCI	69.00
KCl	112.00
KH_2PO_4	212.00
$FePO_4$- $4H_2O$	20.50
KI	0.08
$MnSO_4$	0.35
NaF	1.00
$Al_2(SO_4)_3$-K_2SO_4	0.17
$CuSO_4$	0.90

(*) ٢% من هذا المخلوط يحل محل ٤% من مخلوط (جدول ٣٦)

Osborne – Mendel or Hawk – Oser miture. Williams and Briggs:Am. J Clin Nutr., 13:115 (1963) recommended the addition of 0.0096 mg of ZnSo4-H2O to this mixture

---

١ - Hubbell, Mendel and Wakeman salt Mixture

(J . Nutr., 14 : 263 (1937) +

جدول (٣٦)

مخلوط معادن للفئران(٧)(*)

Contain	كل جرام يحتوى على:
Ca Citrate –4 H_2O	308.2 mg
Ca ($H2PO_4$) H_2O	112.8 mg
K_2 HPO_4	218.7mg
KCl	124.7 mg
NaCl	77.0 mg
$CaCO_3$	68.5 mg
$3MgCO_3$ $Mg(OH)_2$- $3H_2O$	35.1 mg
$MgSO_4$ anhydrous	38.3 mg
Trace elements**	16.7 mg
total	1000.00

(*) This mixture should be used as a percentage of 4% of diet
(**) each100 gm contain

$FeNH_4$ citrate USP	91.36 gm
$CuSO_4$-$5H_2O$	5.97 gm
NaF	0.76 gm
$MnSO_4$-$2H_2O$	1.07 gm
$KAl(SO_4)_2$-$12H_2O$	0.54 gm
KI	0.24 gm
$ZnSO_4$-H_2O	0.06 gm
Total	100.00 gm

[7]- Hawk – Oser Salt Mixture (Hawk and Oser: Science, 74 : 369 (1931) Modified 1964

جدول (٣٧)

مخلوط معادن للعلائق النقية للفئران (٨)(*)

$CaCO_3$	134.8000
K_2CO_3	141.3000
$Mg\ CO_3$	24.2000
$Na_2\ CO_3$	34.2000
H_3PO_4	103.2000
HCl	53.4000
H_2SO_4	9.2000
Citric acid $+H_2O$	111.1000
Fe citrate 1.5 H_2O	6.3400
NaF	0.0620
$KAl\ (SO_4)_2$	0.0245
$MnSO_4$	0.0790
KI	0.0200

(*) Tis mixture should be used as a percentage of 4% of diet

١- Osborne – Mendel Salt mixture

Osborne and Mendel, J . Biol . Chem ., 15:317 (1913).

جدول (٣٨)

مخلوط املاح للفئران (٩)(*)

المكون	Each 100 gm of mixture contain
$Ca_3(PO_4)_2$	60.00gm
NaCl	25.00gm
KCI	15.00gm
Minor salts**	2.00gm

(*) This mixture used as 5% in diet

** Each 100 gm of minor saits mixture contain:

Iron citrate 3 H_2O	30.gm
Magnesium carbonate	30gm
$MoCl_2$-4 H_2O	30gm
Basic copper carbonate	7gm
$ZnXO_3$	3gm
$NAIO_3$	0.1gm
NaF	0.1gm

[9]- Miller, 1963

جدول (٣٩)

علقة نقية للدواجن (١٠)

Ingredients	%
Corn starch	76.50*
Corn Oil	4.00
Cellulose powder	5.00
Glucose	4.00
Sucrose	4.00
Sodium bicarbonate	1.00
Choline chloride	0.20
Vit. Mixture*	0.08
Min, mixture**	5.22
Total	100.00

(*) كما في جدول (٤٠)

(**) كما في جدول (٤١)

[10]- El – Khimsawy, 1983

جدول (٤٠)

مخلوط الفيتامينات للعلائق النقية للدجاج [١١](*)

(كل ١ جرام يحتوى على)

Vitamins	unit	quantity
Thiamin HCl	mg	125.00
Niacin	mg	125.00
Riboflavin	mg	20.00
Ca pantothenate	mg	25.00
Vit. B12	μG	25.00
pyrodoxine	mg	7.500
Biotin	mg	0.75
Folic acid	mg	5.00
Insitol	mg	125.00
P-aminobenzoic acid	mg	2.50
Menodione	mg	6.25
Alpha-tocpoherol	mg	25.00
Ascorbic acid	mg	312.50
Vit. D_3	I.C.U.	750.00
Vit. A acetate	I.U.	12500

(*) يضاف هذا المخلوط الى العلائق النقية بنسبة ٠,٠٨%

---

١١ - الخمساوى (١٩٨٣)

جدول (٤١)

مخلوط المعادن المستخدمة فى العلائق النقية للدجاج و السمان(١٢)(*)

(كل ١ جرام يحتوى على)

Minerals	unit	quantity
$CaCO_3$	mg	57.000
$Ca_3(PO_4)_2$	mg	536.400
K_2HPO_4	mg	17.300
$MgSO_4$-$7H_2O$	mg	67.000
$Fe(C_6H_5O_7)_2$-$6H_2O$	mg	9.600
$ZnCl_2$	mg	3.800
KI	mg	0.766
$CuSO_4$-$5H_2O$	mg	0.383
H_3PO_4	mg	0.172
$CoSo_4$-$7H_2O$	mg	0.019
$MnSO_4$-H_2O	mg	12.500
$NaMO_4$-$2H_2O$	mg	0.172
NaCl	mg	168.600
Cellulose powder	mg	1000.000

(*) هذا المخلوط يضاف الى العليقة النقية بنسبة ٥,٢٢ %

١٢ - الخمساوى و مساعديه (١٩٩٢)

جدول (٤٢)

مخلوط الفيتامينات المستخدمة مع العلائق النقية للسمان[١٣](*)

(كل ١ جرام يحتوى على)

Vitamins	unit	quantity
Thiamin HCl	mg	111.12
Niacin	mg	148.00
Riboflavin	mg	17.76
Ca pantothenate	mg	20.00
Vit. B12	µG	0.007
Pyrodoxine HCl	mg	6.00
Biotin	mg	1.20
Folic acid	mg	7.27
Insitol	mg	100.00
P-aminobenzoic acid	mg	2.00
Menodione	mg	10.00
Alpha-tocpoherol	mg	24.00
Ascorbic acid	mg	250.00
Vit. D_3	I.C.U.	3,600
Vit. A acetate	I.U.	33,350

(*) هذا المخلوط يستخدم بنسبة ٠,١ % فى العليقة النقية

---

١٣ - الخمساوى و مساعدية (١٩٩٢)

الفصل الثالث

اعتبارات
عند اجراء تجارب التقييم على الحيوان

العوامل التى تؤثر على قيمة البروتين باستخدام هذه الطرق

(١) نسبة البروتين فى العليقة : Protein level

تؤثر على قيمة البروتين فى العليقة على مدى الاستفادة من البروتين فى الجسم وبالتالى قيمة هذا البروتين عند تقديرها بتغذية الحيوانات عليها ، فاذا ابدانا من الصفر فكلما زادت نسبة البروتين زادت الاستفادة لان الطائر او الحيوان يستطيع ان يخلق عوامل التمثيل الغذائى من انزيمات وهرمونات وتجديد للنسيج الى غير ذلك وبالتالى تزداد قدرة الحيوان على الاستفادة من هذا البروتين ، ويحدث هذا حتى مستوى معين يبدأ بعدها الاستفادة مع زيادة نسبة البروتين نظرا لان فى النسب المنخفضة نسبيا عن الاحتياجات فان الحيوان او الطائر يحفز كل اهميته البيلوجية لتحقيق اقصى استفادة من هذا القدر لكى يأخذ احتياجاته ، ولكن فى حالة النسبة الكافية او الزيادة فان الجسم يوفر مجهود البيولوجى هذا ما دام البروتين موجود بكفاية معقولة للحياة .

وقد وجد من الدراسات ان اكبر استفادة تكون عندما يضاف البروتين

بنسبة ١٠٪ ولذلك يعمد الباحثون الى ان تكون نسبة البروتين عند تقيمه هي ١٠٪ فى جميع الطرق التى تعتمد على التمثيل الغذائى للبروتين.

(٢) عمر الحيوان : Age

يؤثر عمر الحيوان فى مدى الاستفادة من البروتين وبالتالى فى القيمة المتحصل عليها فالحيوان النامى تكون استفادته اكبر من الحيوانات الناضجة ، ومن ناحية اخرى فان الكتاكيت عند الفقس تحتوى على كمية من المح الغنى بالاحماض الامينية الضرورية ، ويتم استهلاكها خلال الاسبوع الاول ، ، وعلى ذلك اتفق على ان يبدأ الباحثون تجاربهم فى تقييم البروتين ابتداء من عمر ١٤ يوم سواء فى الكتاكيت او الفئران .

(٣) جنس الحيوان : SiX

من الطبيعى ان تختلف الذكور من الاناث فى عمليات التمثيل الغذائى وبالتالى الاستفادة من البروتين وقد اتفق على اختيار الذكور دون الاناث فى كل حالات التقييم

(٤) نوع الحيوان : Species

لا جدال على ان الاحتياجات من البروتين تختلف قليلا او كثرا بين الفيران والكتاكيت او غيرها من حيوانات التجارب ولذلك يفضل ان يذكر اسم الحيوان المستخدم فى التقييم عند ذكر قيمة البروتين .

(٥) وزن الحيوان : Wright

. يرتبط التمثيل القاعدى وبالتالى مقدار الاستفادة من البروتين واحتياجات البروتين على حجم الحيوان ووزنه ويمكن تلافى ذلك باختبار عدد متساوى فى الوزن من الطيور و الحيونات وان تكون متوسطة الوزن بالنسبة للنوع ويستبعد الحيوان العالى او المنخفض الوزن

(٦) العوامل الوراثية : Genatics

ويمكن تلافى تأثيرها باستخدام عدد من الطيور او الحيوانات فى مجاميع وكذلك اختيار عدد من المجاميع فى المعاملة الواحدة ، وعمل التحليلات الاحصائية التى يمكن بها تلافى هذا التأثير الفردى للأفراد .

(٧) طول فترة التجربة : Experemintal period

وقد اتفق على توحيد طول فترة التجربة باسيوعين لتلافى تأثير طول فترة التجربة او قصرها .

(٨) الحالة الصحية : Health

تؤثر الحالة الصحية فى مدى استفادة الطائر او الحيوان من البروتين وكذلك فى القيم المتحصل عليها ، ولتلافى ذلك تستبعد الطيور او الحيوانات التى تبدو غير طبيعية والتى تصاب بالاسهال اولى اعراض مرضية .

(٩) الظرزف البيئية Enviromental

مثل درجة الحرارة ، وارطوبة ، والضوء ، وغيرها ويمكن تــــلافى ذلــك باجراء التجارب فى ظروف متماثلة فى جميع المجاميع وكذلك عند ظروف بيئيـــة مناسبة .

الظروف الغير طبيعية التى تعيب هذه الطرق

(١) العلائق النقية

مهما اجتهد العلماء فى امدادها بكافة العناصر الغذائية المعروفة فانهـــا لا تماثل العلائق الطبيعية لان هناك بالتأكيد عناصر غذائية غير معروفة موجـــودة فى العلائق الطبيعية بكميات ضئيلة جدا يصعب تقديرها الان ، و ان كانت تفـــى بالاغراض الحيوية للحيوان او الطائر و لذلك يعتبر الحيوان المغذى على علائـــق نقية مخلقة انما هو فى حالة غير طبيعية.

(٢) خلو العليقة من البروتين

خلو العليقة من عنصر غذائى هام مثل البروتين يجعل الحيوان المغذى عليها غير سوى و بالتالى فان النتائج المتحصل عليها لا تماثل بحـــال مـــن الاحـــوال الحيوان الذى يتناول احتياجاته الغذائية ، و لا يمتد الاثر فقط الى بناء البروتين فى الجسم كما تفترض هذه الطرق و انما ينصرف ايضـــا الى حـــدوث خلـــل فى

عمليات التمثيل والبناء والهدم والجهاز المناعى والهرمونى والانزيمى وبالتالى فلن الحيوان لا يمكن اعتباره قاعدة لاى حسابات جسدية تماثل غيره من الحيوانات السوية.

(٣) حبس الحيوان

حبس الحيوان فى اقفاص ضيقة او وضعه فى صناديق هضم او مسعرات تنفسية لزوم اجراء هذه التجارب يجعله فى حالة تؤثر على سير العمليات الحيوية فى الجسم كما تؤثر بطريقة مباشرة تأثيرا ملحوظا وكبيرا على شهية الحيوان ومقدار الغذاء المستهلك وهذا بدورة ينعكس على عملية التقييم بشكل مباشر.

(٤) العمليات الجراحية

اجراء عمليات جراحية للحيوان مثل فصل الحالب عن المجمع فى الطيور او وضع او عمل فتحات فى القناة الهضمية للحيوانات يسبب تأثيرا غير طبيعى على التمثيل الغذائى للحيوان وبالتالى فان عمليات البناء والهدم والافراز وغيره وهى عمليات يعتمد عليها التقييم الحيوى للبروتين تختلف عن الحالة السوية للحيوان او الطائر .

الفصل الرابع

الطرق التى تستخدم فيها علائق خالية من الازوت
PURIFIED DIETS

تعتبر هذه الطرق اكثر الطرق تكلفه لان الحصول على علائق خالية تماما من الازوت تتطلب عمل علائق تحتوى على جميع الاحتياجات الغذائية ما عدا البروتين ، ولذلك تضاف كل العناصر الغذائية بصورة نقية تماما .

فتضاف الكربوهيدرات فى صورة نشا نقى وجلوكوز وسكروز نقيان ، وتضاف الدهون فى صورة زيت زيت ذرة ذرة نقى الالياف فى صورة السيلليولوز النقى وتضاف الفيتامينات والعناصر المعدنية فى صورة فردية نقية بما يكفى الاحتياجات وفضلا عن تكلفه وصعوبة عمل هذه العلائق الا انها تنطوى على عيبين آخرين هامين هما :

(١) ان التمثيل الغذائى والعمليات الحيوية داخل الجسم فى الطائر او الحيوان وهو يتغذى على علائق خالية من البروتين تختلف بصورة او باخرى عن تلك التى تحدث عند تناوله البروتين اى كان نوعه وقيمته ، كما ذكرنا من قبل ومهما نوقش هذا الامر ودافع عنه المؤيدون فهو يمثل عيبا على درجة كبيرة من الاهمية .

وللتغلب على هذا العيب يلجأ الباحثون لاستبدال هذه العلائق باخرى

تحتوى على نسبة قليلة من البروتين ٤% مثلا ويعمل لها تصحيح فى القيمة المتحصل عليها .

(٢) ان اضافة العناصر الغذائية المعروفة فى صورة تحرم الحيوان أو الطائر من العوامل الطبيعية الموجودة فى الغذاء الطبيعى والتى قد يكون معظمها غير معروف وقد تكون موجودة فى صورة صغيرة للغاية فى الأغذية الطبيعية ولا يمكن إضافتها بصورة صحيحة فى العلائق النقية وبذلك يختل التمثيل الغذائى داخل الجسم.

ولتقليل هذا العيب فإنه تصمم تجارب بحيث لا يستغرق وقتها أكثر من أسبوعين لكى يعتمد الحيوان أو الطائر فى احتياجاته من هذه العناصر النادرة جداً والعوامل الطبيعية من مخزون جسمه منها الذى يكفيه هذه المدة الصغيرة.

الخطوات العامة المتبعة فى إجراء هذه التجارب فى الكتاكيت

تختار مجموعة من الطيور عند الفقس وتغذى على عليقة عادية تحتوى على جميع الاحتياجات من البروتين وغيرها وذلك لمدة ١٤ يوماً ، ثم توزن فى نهاية اليوم الرابع عشر،وتختار الطيور المتقاربة الوزن بحيث لا يختلف الطائر عن الأخر بأكثر من ٥ جرامات وتستبعد الطيور الأكبر والأصغر وزناً ، وتقسم هذه الطيور بطريقة عشوائية إلى مجموعات كل منها ما بين (٥،١٠) طيور

وبحيث لا يزيد الفرق بين مجموع أوزان كل مجموعة عن الأخرى عن ٥ جـــرام ، وتختار عدة مجاميع (٢-٥) لكل معاملة.

تغذى كل معاملة على عليقة من علائق التجربة التى تكـــون احدهمـــا العليقة الخالية من البروتين المراد اختباره واخرى تغذى على البروتين القياســـى الذى قد يكون الكازين او اللبن الفرز ، او البيض .

توزن العليقة المقدمة لطيور كل مجموعة كل يوم ويحسب منها المـــأكول ، وكذلك يجمع الزرق Droppingsويجفف ويعد للتحليل .

توزن الطيور فى نهاية التجربة (بعد ١٤ يوم) اى عند عمر ٢٨ يـــوم ، وفى حالة التجارب التى يجرى فيـــها حســـاب مـــيزان الازوت والحســـابات المستخرجة منه قد يكتفى بحسابها من نتائج الايام الاربع الاخيرة مــــن عمـــر (٢٥- ٢٨ يوم) .

يقدر كل من مقدر الأزوت التمثيلـــى Metabolic nitrogen (N_m) فى الروث و ازوت التمثيل الداخلـى Endogenous nitrogen (N_e) فى البـــول بالاستعانة بنتائج الطيور التى غذيت على علائق نقية خالية من الازوت علــــى النحو التالى :

$$N_m = Nen \times \frac{DMI_t + DMD_t = 3(Nut)}{DMI_n + DMD_n - 3(Nun)}$$

حيث :

Nm = *أزوت الروث التمثيلى مقدراب(ملجم/جم كتلة غذائية)*

N_{fn} = ازوت الروث فى الطيور التى غذيت العليقة الخالية من الازوت

DMI_t = المادة الجافة الماكولة فى طيور عليقة الاختبار

DMD_t- المادة الجافة فى الزرق المجموع من طيور عليقة الاختبار

Nut = ازوت البول فى طيور عليقة الاختبار

DMI_n = *المادة الجافة الماكولة فى طيور العليقة الخالية من الازوت*

DMD_n = المادة الجافة فى زرق طيور العليقة الخالية من الازوت

Nun = ازوت البول فى طيور العليقة الخالية من الازوت

$$N_e = N_{un} \times \frac{W_{tb} + W_{te}}{W_{nb} + W_{ne}}$$

حيث:

Ne = ازوت البول الداخلى

Nun = ازوت البول فى طيورالعليقة الخالية من الازوت

Wtb = *وزن الجسم لطيور عليقة الاختبار فى بداية التجربة*

Wte = *وزن الجسم لطيور عليقة الاختبار فى نهاية التجربة*

Wnb = *وزن الجسم لطيور العليقة الخالية فى بداية التجربة*

Wne = *وزن الجسم لطيور العليقة الخالية فى نهاية التجربة*

(١) معامل الهضم

(D.C) Digestion Coefficience

هناك قيمتان لمعامل الهضم للبروتين :

معامل الهضم الظاهرى **Apparent Digestion coefficient** ويحسب كالتالى :

$$aDC = \frac{Ni - Nf}{Ni}$$

حبث

aDC = معامل الهضم الظاهرى

N_i = الأزوت المأكول

Nf = الأزوت فى الروث

ومعامل الهضم الحقيقى True Digestion coefficient

وفيه يؤخذ فى الاعتبار الازوت الذى يخرج من الروث ويكون مصدره الانزيمات والخلايا المتهتكة من النسيج الطلائى للقناة الهضمية ويسمى Metabolic Nitrogen او الازوت التمثيلى ، وجد انه يتناسب مع كمية المادة الجافة المأكولة ، وهذا الجزء يحسب فى الطريقة السابقة على انه جزء غير ممتص من الازوت الخارج فى الروث نكون قد صححنا هذا الخطأ وقدرنا الجزء غير ممتص فعلا من ازوت الغذاء .

ويمكن تقدير هذا الجزء من المجموعات التى تتغذى على العليقة الخالية من الازوت على المادة الجافة المأكولة بهذه المجاميع لنحصل على الازوت التمثيلى لكل جرام مادة جافة مأكولة

$$tDC = \frac{Nit - (Nfi - Nm)}{Nit} \times 100$$

حيث:

tDC = معامل الهضم الحقيقى

N_{it} =الازوت الماكول فى طيورعليقة الاختبار

N_{fi} =الازوت فى روث طيور عليفة الاختبار

N_m = ازوت اروث التمثيلى

والجدول (٤٣) يوضح نتائج احدى التجارب ويمكن تتبع حساب المقاييس المختلفة بطريقة حسابية من خلال نتائجه :

و من نتائج هذا الجدول سوف نحسب المقاييس السابق ذكرها على النحو التالى :

الازوت المأكول فى العليقة المختبرة (N_i) = $\frac{1.6 \times 350}{100}$ = ٥,٦ جرام

الازوت فى روث المجموعة المختبرة (N_f) = ١,٢ جم

جدول (٤٣)

نتائج تجربة التمثيل الغذائى على الكتاكيت

(نتائج حقيقية من احدى التجارب)

البيان(*)	مجاميع تغذى عليقة نقية	مجاميع تغذى عليقة الاختبار	مجاميع تغذى عليقة الكازين
١- النسبة المئوية للازوت فى العليقة %	٠	١,٦	١,٦
٢- النسبة المئوية للبروتين فى العليقة %	٠	١٠	١٠
٣- متوسط الغذاء المأكول (مادة جافة) جم/طائر	٢٠٠	٣٥٠	٣٠٠
٤- متوسط كمية الزرق (مادة جافة) جم/طائر	٤٠	١٦٠	١٢٠
٥- متوسط كمية الازوت فى الزرق جم/طائر	٠,٨	٣	٢
٦- متوسط كمية الازوت فى الروث جم/طائر	٠,٣	١,٢	٠,٨١,
٧- متوسط كمية الازوت فى البول جم/طائر	٠,٥	١,٨	٢
٨- متوسط المادة الجافة فى البول جم/ طائر	١,٥	٥,٤	٣,٦
٩- متوسط المادة الجافة فى الروث جم/طائر	٣٨,٥	١٥٤,٦	١١٦,٤
١٠ - حجم الكتلة لغذائية فى القناة الهضمية جم/طائر	١١٩,٢٥	٢٥٢,٣	٢٠٨,٢
١١- متوسط وزن الطائر فى بداية التجربة جم	٦٠	٦٠	٦٠
١٢- متوسط وزن الطائر فى نهاية التجربة جم	٤٥	١٢٠	١٢٥
١٣- النسبة المئوية للازوت فى جسم الطائر %	٤,٠٩	٤,٩	٤,٨
١٤- كمية الازوت فى جسم الطائر جم	١,٨٤	٥,٨٨	٦,٠

التعليق على الجدول (٤٣)

طريقة حساب البينات الموضحة بالجدول :

١- تحسب وتقدر كيميائيا بطريقة كلداهل[1]

٢- تحسب بضرب النسبة السابقة × ٦,٢٥

٣- تحسب من التجربة حيث تجمع كمية المأكول يوميا من الغذاء وتقسم على عدد الطيور في العش وتضرب في نسبة المادة الجافة بعد خصم الرطوبة

٤- تحسب من التجربة بجمع الزرق يوميا وتجفيفه هوائيا ثم خلطه في نهاية التجربة وتقدير الرطوبة الكلية [1] به وتحسب كمية المادة الجافة من الزرق لكل طائر بقسمته على عدد الطيور في العش

٥- تقدر كيميائيا بطريقة كلداهل[1] في عينة من الزرق (وهو يشمل البول والروث) وتضرب في كميته

٦- تحسب بعد فصل ازوت البول باستخدام ثلاثي كلوروحمض الخليك[1] والترشيح ثم تضرب في كميته .

٧- تحسب بخصم ازوت الروث من ازوت الزرق الكلى اى الخطوة (٦)- الخطوة (٥)

٨- تحسب بضرب ازوت البول × ٣ (عامل حمض اليوريك)

٩- تحسب بعد خصم المادة الجافة للبول من كمية المادة الجافة في الزرق

١٠- تحسب من متوسط المادة الجافة المأكولة والمادة الجافة في الروث اى نصف حاصل جمع الخطوة (٣) + الخطوة (٩)

١١- تقدر بالوزن في بداية التجربة

١٢- تقدر بالوزن في نهاية التجربة

١٣- تقدر بطريقة كلداهل [1] بعد فرم الطائر وتجفيفه

١٤- تحسب بضرب النسبة السابقة في وزن الطائر في نهاية التجربة

---

[1]-(انظر الجزء الاول من هذا الكتاب (تقدير العناصر الغذائية الرئيسية – حمساوى احمد الحمساوى (دكتور) – دار الهدى للنشر والتوزيع طبعة ١٩٩٧)

معامل الهضم الظاهرى $= 100 \times \frac{5.6 - 1.2}{5.6}$ = ٧٨,٦%

ولحساب معامل الهضم الحقيقى (True D.C) يجب تقدير الازوت التمثيلـــى فى الروث (N_m) .

ولتقدير ازوت الروث التمثيلى (N_m) بالطريقة المعدلة على اساس الكتلة الغذائية فى القناة الهضمية feed bulk وليس على اساس المادة الجافة المأكولــــة كما كان متبع قبل ذلك وحجم الكتلة الغذائية فى القناة الهضمية يعـــبر عـــن الحجم الحقيقى الماء فى القناة الهضمية حيث يبدأ بكمية الغذاء المأكول فى الفـــم وينتهى بكمية البراز فى المستقيم ولما كانت الافرازات تتم متناسبة مـــع حجـــم الكتلة الغذائية كما ان الخلايا المجروفة تتناسب مع حجم الكتلة الغذائيـــة فـــإن التعبير عنها بكمية المادة الجافة المأكولة غير صحيح لانه يتوقف على نوعه هـــذه المادة فإذا كانت تحتوى على مواد سهلة الهضم قلة كمية الجزء المتبقى وبالتـــالى الجزء المتجرف من خلايا بطانه اللفائفى والقولون والمستقيم تكون قليلة للغايـــة فى حين ان المادة المأكولة ان كانت عالية الالياف تبقى فيها بدون هضم كميـــة اكب وبالتالى كان الجزء المار من الجزء الخلفى للقناة الهضمية اقل . وقد وجـــد المؤلف بالتجربة ان حساب ازوت الروث التمثيلى منسوبا الى هـــذا المتوســـط اصدق واصح من نسبة الغذاء المأكول

معامل ازوت الروث التمثيلى لهذه التجربة

$= \frac{0.3}{119.25}$ = ٠,٠٠٢٥ جم/جم كتلة غذائية

اذن كمية الروث التمثيلى لمجموعة الاختبــــار = ٠,٠٠٢٥ × ٢٥٢,٣ = ٠,٦٣ جم

معامل الهضم الحقيقى = $\frac{(0.63 - 1.2) - 5.6}{5.6} \times 100 = 89.8\ \%$

القيمة الحيوية
BIOLOGICAL VALUE (BV)

وهى عبارة عن النسبة المئوية للبروتين المستفاد داخل الجسم من الـــبروتين الممتص ويحسب البروتين المســـتفاد Nitrogen Utilization بطـــرح الازوت الخارج فى البول من الازوت الممتص Absorbed nitrogen

Nitrogen Utilization = Urinary nitrogen – absorbed nitrogen

ولما كان هناك ازوت يخرج فى البول مصدره ما هدم من انسجة الجســـم وعوض من البروتين المختبر كان هناك خطأ فى حسابه ضمـــن الازوت الـــذى خرج مع البول على انه جزء لم يستفد منه الجسم فى بناء نفسه ، وعلى ذلـــك كان للقيمة الحيوية قيمتان

القيمة الحيوية الظاهرية Apparent biological value والقيمة الحيويـــة الحقيقية وهى التى تأخذ فى الاعتبار حساب الازوت الناتج عن الهدم ويســـمى ازوت البول الداخلى Endogenous nitrogen ويحسب من المجـــاميع الـــتى تتغذى على العليقة الخالية من الازوت بان يحسب ازوت بولها (وكله مصـــدر

داخلى) ويقسم على وزن الحيوان الذى يؤخذ كمتوسط للوزن عند بداية التجربة وعند نهايتها لكل نحصل على الازوت الداخلى لكل جرام من وزن الجسم وعند حسابه فى التجربة الاختبار يضرب هذا الرقم فى المتوسط وزن طيوره ، وبذلك يكون :

$$aBV = \frac{Ni - Nf - N\ u}{Ni - Nf} \times 100$$

حيث:

aBV = القيمة الحيوية الظاهرية

Ni = الازوت الماكول

Nf= اوت الروث

Nu.=ى ازوت البول

$$tBV = \frac{Nit - (Nfi - Nm) - (Nut - Ne)}{Nit - (Nfi - Nm)}$$

حبث :

tBV = *القيمة الحيوية الحقيقية*

N_{it}= الازوت الماكول بطيور عليقة الاختبار

N_{fi}= ازوت الروث فى طيور عليقة الاختبار

N_m = *ازوت الروث التمثيلى*

N_{ut}= *ازوت البول لطيور عليقة الاختبار*

N_e = الازوت الداخلى

ومن الجدول (   ) السابق يمكن حساب القيمـــة الحيويـــة الظاهريـــة والحقيقية للبروتين المختبر كالاتى :

القيمة الحيوية الظاهرية = $\frac{5.6 - 1.2 - 1.8}{5.6 - 1.2} \times 100$ = ٥٩%

ازوت الروث التمثيلى (سبق حسابه) = ٠,٦٣

معامل ازوت البول الداخلى = $\frac{0.5}{\frac{1}{2}(60 + 45)}$

= ٠,٠٠٩٥ جرام/جرام من وزن الجسم

ازوت البول الداخلى لطيور عليقة الاختبار(N_e)

= $0.0095 \times \frac{(120 + 60)}{2}$ = ٠,٨٦ جرام

القيمة الحيوية الحقيقية = $100 \times \frac{5.6 - (1.2 - 0.63) - (1.8 - 0.86)}{5.6 - (1.2 - 0.63)}$

= ٨٠,٩%

الاستفادة الصافية للبروتين
Net Protein Utilization (NPU)

وهى النسبة المئوية للبروتين المستفاد به داخل الجسم من البروتين المـأكول وهى تحسب بطريقتين : طريقة مباشرة ، وطريقة غير مباشرة

اولا : الطريقة الغير المباشرة

وذلك بضرب معامل الهضم × القيمة الحيوية بعد الحصول عليهما وعلـى ذلك يكون لها قيمتان :

الظاهرية = aBV× aDC× ١٠٠

الحقيقية = tBV × tDC × ١٠٠

ثانيا الطريقة الغير مباشرة :

وذلك بتقدير الازوت الكلى فى الجسم الطيور التى تغذت على العليقـة البروتين المختبر فى النهاية التجربة والازوت المحتجز فى الجسم الطيـور الـتى تغذت على العليقة الخالية من الازوت ايضا وبطرحها نحصل علـى الـبروتين المختبر المحتجز Nitrogen Retention (N . R.)

$$NPV = \frac{N_{bt} - (N_{bn} - N_{in})}{N_{it}} \times 100$$

حيث :

NPV = الاستفادة الصافية الحقيقية للبروتين (القيمة الصافية للبروتين NPV)

N_{bt} = ازوت الجسم لطيور البروتين المختبر

N_{bn} =ازوت الجسم لطيور العليقة الخالية

N_{it} = الازوت الماكول بطيور البروتين المختبر

N_{in} =الازوت الماكول بطيور العليقة الخالية[1]

هذا وهناك ما تذكره بعض المراجع من ان تطلـــق اســـم Net Protein Utilization (NPU) على القيم المتحصل عليها بالطريقة غير مباشرة باستخدام البروتين المســـتفاد N-Utilization واســـم Net Protein Value (NPV) بالطريقة المباشرة باستخدام البروتين المحتجز N- Retontion

ومن المثال السابق الحسابي السابق يمكن حساب NPU كالاتي :

$$\text{الاستفادة الصافية الظاهرية} = \frac{59}{100} \times \frac{78.6}{100} \times 100 = \%٤٦,٤$$

$$\text{الاستفادة الصافية الحقيقية} = \frac{80.9}{100} \times \frac{89.8}{100} \times 100 = \%٧٢,٦$$

$$\text{القيمة الصافية للبروتين} = \frac{5.88 - 1.84}{5.6} \times 100 = \%٦٢,١$$

---

[1] المفترض ان هذه العليقة الخالية محتواها من البروتين = صفر لكن الواقع ان التحليل الكيميائى الذى يجب ان يجرى عليها قد يظهر نسبة ضئيلة من الازوت فيها غالبا ما يكون مصدرها الفيتامينات او التلوث الا انه فى بعض الاحيان قد نلجأ لان نجل محتوى هذه العليقة ٤% بروتين و ليس (صفرا) .

وهناك ما يسمى للوحدات الصافية للبروتين Net protein Units ويحصل عليها بضرب NPU × نسبة البروتين الخام المئوية فى مادة العلف المختبرة فــاذا كان فى المثال السابق مادة العلف التى يختبر بروتينها تحتوى على ٤٦ % بروتـين خام تكون الوحدات الصافية للبروتين فيها

= ٧٢,١ × ٠,٤٦ = ٣٣,٢ %

دليل ميزان الازوت
NEITROGEN BALANCE SCORE(NBS)

ميزان الازوت هو عبارة عن الفرق الجبرى بــين الازوت الداخــل الى الجسم فى الغذاء والازوت الخارج بجميع صوره (روث ، بول .... وغيرهــا) وهو فى الحيوانات النامية تكون له قيمة موجبة ، ولكنــه يســاوى صفــرا فى الحيوانات الناضجة الصحيحة السوية ، وتكون سالبة فى حالة المرض او التغذيــة على البروتين فقيرة او التغذية على مستويات منخفضة من البروتين

وعلى ذلك كلما كان البروتين ذو قيمة عالية كما استفاد الطائر منه اكثر فى بناء جسمه وبالتالى يكون ميزان ازوته موجبا ، والعكس بالعكس .

وهناك قيمتين لهذا المقياس ، اما ظاهرية او حقيقية وذلك حسب الاخـذ فى الاعتبار كل من ازوت الروث التمثيلى وازوت البول الداخلى من عدمه .

ويستخدم ميزان الازوت للدلالة على قيمة البروتين منسوبا الى البروتينات

قياسية مثل الكازين اى انه :

$$aNBS = \frac{(N_{ti} - N_{td})}{(N_{ci} - N_{cd})} \times 100$$

حيث:

$aNBS$= دليل ميزان الازوت الظاهرى

N_{ti}= *الازوت الماكول بطيور عليقة بروتين الاختبار*

N_{td}= *الازوت فى الزرق لطيور عليقةبروتين الاختبار*

N_{ci}= الازوت الماكول فى طيورعليقة الكازين

N_{cd}= الازوت فى زرق طيورعليقة الكازين

$$tNBS = \frac{N_{ti} - (N_{td} - N_{mt} - N_{et})}{N_{ci} - (N_{cd} - N_{mc} - N_{ec})}$$

حيث :

$tNBS$=دليل ميزان الازوت الحقيقى

N_{ti}= الازوت الماكول بطيور عليقة الاختبار

N_{td} = *ازوت الزرق فى طيور عليقة الاختبار*

N_{mt}= الازوت التمثيلى لطيور عليقة الاختبار

Net= *الازوت الداخلى لطيور عليقة الاختبار*

N_{ci}= الازوت الماكول لطيور عليقة الكازين

N_{cd}= الازوت فلى الزرق لطيور عليقة الكازين

N_{mc}= الازوت التثيلى لطيور عليقة الكازين

N_{ec} = الازوت الداخلى لطيور عليقة الكازين

ويمكن حساب ذلك من جدول ( ) كمثال على النحو التالى:

دليل ميزان الازوت الظاهرى = $\frac{(5.6-3.0)}{(4.8-2.0)} \times 100$ = ٩٢,٩%

دليل ميزان الازوت الحقيقى = $\frac{5.6(3.0-0.63-0.86)}{4.8-(2.0-0.52-0.88)} \times 100$

= ٩٧,٤%

ميزان الازوت النسبى

RELATIVE NITROGEN BALANCE (RNB)

وهو مقياس مستنبط من المقياس السابق و يعتمد عليه لكن الفرق انه راعى اختلاف كمية الازوت الماكول فى كل من طيور عليقة البروتين المختبر و طيور عليقة الكازين.

فمن المعروف انه فى حالة زيادة الماكول تقل الاستفادة و على ذلك امكن تصحيح دليل الميزان السابق حسابه بقسمته على الازوت الماكول. و يكون له ايضا قيمتين ظاهرية و حقيقية حسب اعتماده على الدليل الازوتى الظاهرى او الحقيقى على النحو التالى :

$$aRNB = aNBS \times \frac{N_{ci}}{N_{ti}} \times 100$$

حيث:

aRNB = *ميزان الازوت النسبى الظاهرى*

aNBS = *دليل ميزان الازوت الظاهرى لبروتين الاختبار*

N_{ti} = *الازوت الماكول ببطيور عليقة الاختبار*

N_{ci} = الازوت الماكول بطيور عليقة الكازين

و هو يقدر مباشرة كالاتى :

$$aRNB = \frac{N_{it} - N_{dt}}{N_{it}} \times \frac{N_{ic}}{N_{ic} - N_{cd}} \times 100$$

حيث $aRNB$ = ميزان الازوت النسبى الظاهرى

N_{ti}= الازوت الماكول بطيور عليقة الاختبار

N_{td}= الازوت فى الزرق بطيور الاختبار

N_{ci}= الازوت الماكول بطيور عليقة الكازين

N_{cd}= الازوت فى الزرق بطيور عليقة الكازين

و بنفس الطريقة يكون:

$$tRNB = tNBS \times \frac{N_{ci}}{N_{ti}} \times 100$$

حيث :

$tRNB$ =ميزان الازوت النسبى الحقيقى

$tNBS$ = دليل ميزان الازوت الحقيقى لبروتين الاختبار

N_{ti} = الازوت الماكول ببطيور عليقة الاختبار

N_{ci} = الازوت الماكول بطيور عليقة الكازين

و يمكن ان يقدر بطريقة مباشرةو من البيانات كالاتى :

$$tNBS = \frac{N_{ti} - (N_{td} - N_{mt} - N_{et})}{N_{ci} - (N_{cd} - N_{mc} - N_{ec})} \times \frac{N_{ci}}{N_{ti}}$$

حيث :

N_{mc}= الازوت التثيلى لطيور عليقة الكازين

N_{ec}= الازوت الداخلى لطيور عليقة الكازين

ومن الجدول السابق يمكن حساب قيمتى ميزان الازوت كالاتى :

الميزان النسبى الظاهرى = $\frac{4.8}{5.6} \times 92.9 =$ ٧٩,٦%

و بالطريقة المباشرة = $100 \times \frac{4.8}{5.6} \times \frac{5.6 - 3.0}{4.8 - 2.0}$ = ٧٩,٦%

الميزان النسبى الحقيقى = $\frac{4.8}{5.6} \times 97.4$ = ٨٣,٥%

و بالطريقة المباشرة = $100 \times \frac{4.8}{5.6} \times \frac{5.6 - (3.0 - 0.63 - 0.86)}{4.8(2.0 - 0.52 - 0.88}$

= ٨٣,٥ %

الكفائة النسبية للبروتين

PR OTEIN EFFICIENCY RATIO (PER)

وهى عبارة عن مقدار الزيادة فى الوزن منسوبا الى كمية البوتين المأكول

$$PER = \frac{B_e - B_b}{P_i}$$

حيث :

PER = *الكفاءة النسبية للبروتين*

Be= *متوسط وزن جسم الطائر حى فى نهاية التجربة*

Bb= متوسط وزن جسم الطائر حى فى بداية التجربة

Pi= متوسط كمية البروتين الماطول

وفى المثال السابق نحسب PER كالاتى:

الكفاءة النسبية للبروتين = $\frac{120 - 60}{35} = 1.71$

النسبة الصافية للبروتين

NET PROTEIN RATIO(NPR)

وتساوى الفرق بين وزن الطيور التى تغذت على البروتين المختـــبر وزن الطيور التى تغذت على العليقة الخالية من الازوت منسوبا ذلك لبروتين المأكول

$$NPR = \frac{(Btc-Btb)-(Bfe-Bfb)}{6.25(Nit-Ntf)}$$

حيث :

NPR = النسبة الصافية للبروتين

B_{te}= وزن جسم طيور البروتين المختبر عند نهاية التجربة

B_{th}= وزن جسم طيور البروتين المختبر عند بداية التجربة

B_{fe} = وزن جسم طيور العليقة الخالية عند نهاية التجربة

B_{fh} = وزن جسم طيور العليقة الخالية عند بداية التجربة

N_{it}= الازوت الماكول من العليقة المختبرة

N_{if}= الازوت الماكول فى العليقة الخالية

و يمكن حسابها من الجدول السابق كالاتى:

$$2.14 = \frac{(120 \quad 60) \quad (45 \quad 60)}{6.25(5.6 \quad 0.0)} = NPR$$

الطرق التى تستخدم فيها علائق عادية
PRACTICAL DIETS

وتتميز هذه الطرق بتلافيها العيوب العلائق الخالية من الازوت الســابقة ، ولكن من اهم عيوبها انها تدخل فى حسابها بروتين العليقـــة القاعديـــة ضمـــن حساب قيمة البروتين المختبر ، ومن هذه الطرق :

القيمة الاجمالية للبروتين
GROSS PROTEIN VALUE(GPV)

وفيها تستخدم عليقة قاعدية عادية تتكون من الحبوب ومخالفاتها بحيـــث تحتوى على ٨% بروتين ، ثم تعمل العلائق التجريبية على اساس بإضافـــة ٣% بروتين اختبار بحيث تحتوى فى النهاية على ١١% بروتين كلى ، مع وجـــود عليقة مستقلة للكازين والتى تتخذ مقياسا للتقييم .

ويجرى الاختبار بان تغذى (٧) القيمة الاجمالية للــبروتين Gross (GPV) (GPV Protein Value)

وفيها تستخدم عليقة قاعدية عادية من الحبوب ومخلفاتها بحيث تحتـــوى على ٨% بروتين ، ثم تعمل العلائق التجريبية على أساس مستقلة للكازين والتى

تتخذ مقياسا للتقييم .

ويجرى الاختبار بأن تغذى الكتاكيت على العليقة القاعدية لمدة أسبوعين من الفقس حيث توزن ثم تقسم إلى عدة مجاميع وتعطى عدة مجاميع منها عليقة الكازين وأخرى العليقة التجريبية مع بقاء عدة مجاميع على العليقة القاعدية ، تستمر التغذية لمدة أسبوعين تاليين ثم توزن الكتاكيت ويستخرج متوسط الزيادة فى الوزن لكل مجموعة وكذلك متوسط كميات البروتين المأكول لها وتحسب القيمة الإجمالية للبروتين على أساس الزيادة فى النمو لكل جرام مأكول لبروتين لعليقة القاعدة .

فلو فرضنا أن :-

A هو الزيادة فى الوزن لكل جم كازين مأكول

Bهو الزيادة لكل جرام بروتين مختبر مأكول .

Cهو الزيادة فى الوزن لكل جرام بروتين قاعدى مأكول.

$$GPV = \frac{B - C}{A - C} \times 100$$

و بمعنى آخر تكون معادلة القيمة الاجمالية للبروتين كالاتى:

$$GPV = \left[\frac{\left\{ \frac{B_{ce} - B_{cb}}{P_{ci}} - \frac{B_{de} - B_{db}}{P_{di}} \right\}}{\left\{ \frac{B_{te} - B_{tb}}{P_{ti}} - \frac{B_{de} - B_{db}}{P_{di}} \right\}} \right] \times 100$$

حيث :

B_{ce} = متوسط وزن جسم طيور عليقة الكازين عند نهاية التجربة

B_{cb} = متوسط وزن جسم طيور عليقة الكازين عند بداية التجربة

B_{de} = متوسط وزن جسم طيور العليقة القاعدية عند نهاية التجربة

B_{db} = متوسط وزن جسم طيور العليقة القاعدية عند بداية التجربة

B_{te} = متوسط وزن جسم طيور عليقة الاختبار عند نهاية التجربة

B_{tb} = متوسط وزن جسم طيور عليقة الاختبارعند بداية التجربة

P_{ci} = البروتين الماكول بطيور عليقة الكازين

P_{ti} = البروتين الماكول بطيور عليقة الاختبار

P_{ti} = البروتين الماكول بطيور العليقة القاعدية

الكفاءة الإجمالية للبروتين
TOTAL PROTEIN EFFICEICENCY (TPE)

لما كانت الكفاءة النسبية للبروتين PER تقدر باستخدام علائق قاعدية نقية أى خالية من البروتين والتى يضاف إليها بروتين الاختبار بمفرده ، وجد أنه تبعا لذلك لا يمكن إيجاد الكفاءة النسبية المنخفضة لأنها لا تستطيع أن تحافظ على النمو بمفردها وللتغلب على هذا وجد أنه يستحسن أن تستخدم علائق قاعدية تحتوى على ٦,٥% بروتين من مصادر الطاقة المستخدمة (الحبوب) ثم يضاف بروتين الاختبار بكمية تحتوى على ١٢% بروتين حتى تكون العلائق التجريبية محتوية ١٨,٥ % بروتين كلى .

ومزايا هذه الطريقة بجانب أنها تستخدم علائق قاعدية فإن العلائق

التجريبية لها تحتوى على نسبة البروتين تتساوى تقريبا مع تلك المستخدمة فى التغذية الفعلية .

ويجرى الاختبار على الكتاكيت بأن تعطى عليقة نمو عادية إلى عمر أسبوعين ، ثم توزن وتقدم لها العلائق التجريبية لمدة أسبوعين تاليين ، وتوزن الكتاكيت وتقدر الزيادة فى الوزن وتحسب كمية البروتين الكلى المأكول من العليقة التجريبية (بروتين اختبار + بروتين العليقة القاعدية) ثم تحسب الكفاءة الإجمالية لبروتين الاختبار على أساس عدد جرامات النمو لكل جرام بروتين كلى مأكول .

وعيب هذه الطريقة أنها تدخل الكفاءة النسبية لبروتين العليقة القاعدية (٦,٥%) ضمن الكفاءة الإجمالية لبروتين الاختبار وبذلك فهى لا تقيس الكفاءة النسبية لبروتين الاختبار ولا الكفاءة له ولكنها تعطى رقما يدل على عدد جرامات النمو لكل جرام مأكول من بروتينات العليقة التجريبية مجتمعة ثم تنسبه إلى بروتين الاختبار .



دار الهدى للنشر والتوزيع

٥٥ ش .د/ الخمساوى - عرب العايدة - الخانكة

س.ت/ ١٨٦٨ الخانكة ت / **٤٦٣٣٠٧٥**